МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

КОБИЛКІН ДМИТРО СЕРГІЙОВИЧ

УДК 005.8:351.86:355.58:004.94

МЕТОДОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОВИМИ ПРОЄКТАМИ В УМОВАХ ВІЙНИ (НА ПРИКЛАДІ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ)

Спеціальність 05.13.22 – управління проєктами та програмами
Галузь знань 07 – Управління та адміністрування; 12 – Інформаційні технології

РЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Київ – 2026

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій

Науковий консультант: Заслужений діяч науки і техніки України,
доктор технічних наук, професор
ЗАЧКО Олег Богданович,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності ДСНС України, професор кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту.

Опоненти:
доктор технічних наук, професор
БУШУЄВА Наталія Сергіївна,
Київський національний університет будівництва і архітектури МОН України, професор кафедри управління проектами;

доктор технічних наук, професор
ДАНЧЕНКО Олена Борисівна,
Черкаський державний технологічний університет МОН України, професор кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу;

Заслужений працівник промисловості України,
доктор технічних наук, професор
ЧЕРНОВ Сергій Костянтинович,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова МОН України, завідувач кафедри управління проєктами.

Захист відбудеться «25» лютого 2026 р. о $12^{\underline{00}}$ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.01 у Київському національному університеті будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, пр. Повітряних сил, 31, а. 466.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, пр. Повітряних сил, 31, а також на сайті спеціалізованої ради Д 26.056.01, за електронною адресою: https://www.knuba.edu.ua/speczializovana-vchena-rada-d-26-056-01/

Реферат розісланий «23» січня 2026 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.056.01
кандидат технічних наук, доцент Євгенія БОЙКО

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На сьогодні Україна, в умовах повномасштабного вторгнення, стикається з системними викликами національній безпеці держави, стабільному стану функціонування економіки, систем життєзабезпечення та об'єктів критичної інфраструктури. Комбіновані атаки російської федерації спричиняють не лише пошкодження і руйнування об'єктів енергетики, транспорту, логістики, комунікацій, а й загрозу безпеці життєдіяльності населення і територій на рівнях громад, регіонів, держави та транскордонній безпеці. Тому в умовах війни управління безпековими проєктами, що мають на меті забезпечення стійкості, відновлення та підтримку об'єктів критичної інфраструктури – є ключовим завданням і пріоритетом національної безпеки, оборони, соціально-економічної стабільності та сталого розвитку. В державі розроблено та впроваджено в дію ряд Стратегій та програм відновлення. Зокрема План відновлення України (ухвалений Національною радою з відновлення у 2022 р.); Державна стратегія регіонального розвитку на 2027 рік; Стратегія економічної безпеки України на період до 2025 року та ряд ін. Незважаючи на це, велика кількість безпекових проєктів, програм та портфелів проєктів реалізуються без застосування уніфікованої безпекової методології управління, підходів ризик менеджменту, комплексних оцінок стійкості і пріоритетності реалізації. Це в свою чергу призводить до зниження рівня загальної безпеки через проблеми неузгодженості управлінських дій на різних рівнях, затримок впродовж усіх етапів життєвого циклу безпекових проєктів, неефективного використання ресурсів та ін.

Ця проблема стає особливо гострою для об'єктів критичної інфраструктури, що функціонують в умовах постійних загроз атак, кадрових втрат команд проєктів, перебоїв ресурсного забезпечення. Таким чином відсутність системного підходу до вирішення проблеми безпекового управління, оцінки ризиків і постійної адаптації управлінських рішень та підходів ускладнює та робить практично неможливим оперативне реагування на кризові ситуації та загрози воєнного часу.

В сучасних умовах виникає необхідність створення інтегрованої метолодогії управління безпековими проєктами, програмами та портфелями проєктів. Це дасть змогу забезпечити гнучкість, стійкість до ризиків, ефективне застосування пулу ресурсів і враховуватиме усі типи загроз війни, та дасть можливість використовувати моношаблони безпекових проєктів, як уніфікованого інструменту формування типових структур проєктів критичної інфраструктури. Таким чином тема дисертації, що присвячена вирішенню науково-прикладної проблеми – розробки методології управління безпековими проєктами в умовах війни (на прикладі об'єктів критичної інфраструктури), є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана на підставі напрямку 10 з індексом проблеми 10.5 Концепції наукової діяльності Львівського державного університету безпеки життєдіяльності на 2020-2025 роки та відповідно до Закону України «Про критичну інфраструктуру» від 16.11.2021 р. № 1882-IX, Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення діяльності об'єктів критичної інфраструктури під час дії воєнного стану» від 22.05.2024 р. № 3723-IX, Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національного плану захисту та забезпечення

безпеки та стійкості критичної інфраструктури» від 19.09.2023 р. № 825-р, «Плану відновлення України», «Стратегії розвитку Львівської області на період 2021-2027 років», затвердженої рішенням Львівської обласної ради від 24.12.2019 р. №948 зі змінами та доповненнями, «Програми розвитку інфраструктурних проєктів Львівської міської територіальної громади», затвердженої ухвалою Львівської міської ради від 04.07.2024 р. від №4986, а також, відповідно до головного напрямку №5 науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності: «Розроблення управлінських, організаційних, технічних, інформаційних методів та заходів у галузі цивільного захисту та пожежної безпеки» та планів НДР «Наукові основи поствоєнного відновлення та реновації регіональних систем критичної інфраструктури України: бенчмаркінг світового досвіду та HR-фактор» (ДР № 0123U102890), «Безпеко-орієнтоване управління інфраструктурними об'єктами» (ДР № 0122U000106), «Інформаційні технології управління проєктами в розвитку регіональних систем БЖД» (ДР № 0119U002950) та «Дослідження та вдосконалення моделей систем захисту інформації» (ДР № 0117U005271). У цих дослідженнях автор був виконавцем окремих їх підрозділів.

Мета і завдання дослідження. *Метою дослідження* є розробка методології безпекового управління, моделей, методів і інструментарію для підвищення ефективності управління безпековими проєктами в умовах війни.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі *завдання дослідження:*

– провести критичний інформаційно-літературний аналіз сучасного стану проблеми управління безпековими, інфраструктурними проєктами в умовах війни, гібридних загроз та кризових явищ, виявити недоліки існуючих методологій та здійснити обґрунтування потреби в інтегрованій системі безпекового управління;

– сформувати концептуальні засади та методологію управління безпековими проєктами в умовах війни, що базується на інтеграції безпеко-орієнтованого, ризик-орієнтованого, гібридного, ситуаційного, адаптивного та сценарного підходів для забезпечення стійкості об'єктів критичної інфраструктури;

– розкрити сутність безпеко-орієнтованого, ситуаційного, ризик-орієнтовано, гібридного, ситуаційного і адаптивного підходів до управління безпековими проєктами в умовах війни та ідентифікації їх ролі в процесі реагування на виклики і загрози;

– розробити моделі та методи управління безпековими, інфраструктурними і логістичними проєктами, які забезпечують оптимізацію процесів функціонування об'єктів критичної інфраструктури, враховуючи ресурсну обмеженість, ризики, турбулентність середовища і вимоги до безпеки під час війни;

– виконати оцінку впровадження запропонованої методології управління безпековими проєктами в умовах війни на прикладі об'єктів критичної інфраструктури, визначити тенденції подальшого розвитку безпекового управління і напрямки до вдосконалення;

– розробити механізми управління ризикостійкістю об'єктів критичної інфраструктури, що поєднують геопросторове моделювання, проактивні й реактивні методи захисту, імітаційне та мультиагентне моделювання, забезпечуючи зниження часу реагування на загрози та підвищення ефективності прийняття рішень;

– розробити інноваційні моделі програм поствоєнного відновлення інфраструктури України на макро та мікрорівнях (державному, регіональному, об'єктовому), що базуються на гібридному управлінні, поєднанні державних, міжнародних та приватних ресурсів і враховують HR-фактор;

– створити моделі та методи цифрової трансформації процесів управління командами безпекових проєктів, що включає розробку HRM і HRIS-систем, алгоритмів рекрутингу, оцінки компетенцій, KPI та цифрових індикаторів ефективності членів команд безпекових структур;

– провести комп'ютерний експеримент з управління критичними параметрами функціонування інфраструктурних і логістичних безпекових проєктів, побудувати параметричні моделі транспортних систем, визначити кумулятивні показники ефективності та ризикостійкості маршрутів в умовах війни.

Об'єктом дослідження є процеси управління безпековими проєктами в умовах війни на прикладі функціонування та відновлення об'єктів критичної інфраструктури.

Предметом дослідження є методологія (моделі, методи, механізми, понятійно-категоріальний апарат та інформаційні технології) управління безпековими проєктами в умовах війни, що спрямовані на забезпечення ризикостійкості, адаптивності, ефективного використання ресурсів і відновлення об'єктів критичної інфраструктури.

Методи дослідження. Науково-прикладна проблема розробки методології управління безпековими проєктами в умовах війни вирішувалась на основі застосування сучасних підходів до управління проєктами, зокрема: безпеко-орієнтованих, ризик-орієнтованих, гібридних, ситуаційних і адаптивних методів управління, а також положень теорії управління проєктами, програмами та портфелями проєктів в умовах війни. В процесі дослідження використані системний, синергетичний та процесний підходи для формування теоретичної бази комплексного розгляду проблеми управління безпековими проєктами як складної організаційно-технічної системи, здатної до адаптації впливу змін проєктного середовища. Для визначення рівнів управління при формуванні структури безпекового управління проєктами використано методи системного аналізу, декомпозиції і структурно-функціонального моделювання. Методи сценарного аналізу і управління ризиками застосовано при ідентифікації і прогнозуванні потенційних ризиків в безпекових проєктах в умовах війни. Регресійний, кореляційний та кластерний аналіз застосовано для ідентифікації взаємозв'язків між безпековими проєктами і їх середовищем. Імітаційне та комп'ютерне моделювання використано для проведення комп'ютерного експерименту управління критичними параметрами логістичних та інфраструктурних проєктів. Методи управління людськими ресурсами для відбору і формування команд безпекових проєктів. Методологію моношаблонів безпекових проєктів застосовано для стандартизації та уніфікації структурно-логічних моделей типових безпекових проєктів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці методології, моделей, методів та інструментальних засобів управління безпековими проєктами, що базується на поєднанні принципів гнучкості проєктного управління, гібридної оцінки загроз, відбору і формуванні безпекових проєктних команд і врахування впливу загроз воєнного характеру на об'єкти критичної інфраструктури.

Вперше отримані наступні наукові результати:

– нова методологія управління безпекою в інфраструктурних та логістичних проєктах, яка на відміну від існуючих включає методи, моделі, механізми, категоріально-понятійний апарат та інформаційні технології, які враховують процеси управління безпекою, що дає змогу моделювати критичні параметри функціонування об’єктів критичної інфраструктури на стадії планування;

– база із 6-ти інтелектуальних мультиагентних моделей логістичних проєктів, що на відміну від існуючих враховує умови воєнного стану: нештатні ситуації, кризи, небезпеки, аварії та катастрофи, що дає можливість диверсифікувати ризики термінів реалізації та втрати продукту проєкту;

– метод проведення комп’ютерного експерименту з управління критичними параметрами функціонування інфраструктурних і логістичних проєктів засобами інтелектуального мультиагентного моделювання, що дає змогу здійснити відбір ефективних логістичних проєктів в умовах війни на основі розробленого кумулятивного показника успішності проєкту в діапазоні [0; 1], без проведення натурних випробувань;

– механізм ризикостійкості об’єктів критичної інфраструктури, який ґрунтується на конвергенції проактивних та реактивних методів управління проєктами з використанням імітаційного та геопросторового моделювання територіальних систем 5 регіонів площею понад 12000 км^2 (з них 2080 населених пунктів та понад 1450 об'єктів критичної інфраструктури), що забезпечує мінімізацію часу реагування на загрози та підвищення ефективності системи ризик-менеджменту.

Удосконалено:

– інтелектуальна модель життєвого циклу продукту інфраструктурного проєкту, яка поєднує системну динаміку та засоби дискретно-подійного моделювання, що дає змогу сформувати множину альтернатив розвитку продукту в умовах небезпеки (воєнна загроза, надзвичайна ситуація, криза);

– метод KPI-оцінювання членів команд безпеко-орієнтованих структур, який доповнений системою індексів за групою безпекових компетентностей в межах прохідного діапазону [0,55; 1], що дає змогу реалізовувати оперативний рекрутинг в підрозділах в умовах криз та нештатних ситуацій;

– інформаційна технологія HR-менеджменту в безпеко-орієнтованих системах, яка доповнена компонентами забезпечення адаптивності системи до функціонування в умовах воєнного часу, що дає змогу здійснити цифровізацію основних операційних процесів.

Отримали подальшого розвитку:

– наукові основи повоєнного відновлення та реновації регіональних систем критичної та житлової інфраструктури, які інтегрують бенчмаркінг кращих практик світового досвіду та HR-аналітику, що дає змогу формування ефективних портфелів та програм проєктів в умовах обмеженості бюджетних та часових ресурсів;

– понятійно-категоріальний апарат в частині окремого кластеру визначень безпекових проєктів: *“методологія управління безпековими проєктами”, “концепт воєнно-адаптивного управління”, “парадигма безпекового управління”, “моношаблон безпекового проєкту”, “безпековий проєкт”, “управління проєктами в умовах війни”,*

“адаптивність управління безпековим проєктом”, “протиризикове управління в безпекових проєктах”, “проєкти захисту критичної інфраструктури”, “критична функція об’єкта інфраструктури”, “інфраструктурна уразливість”, “інженерна стійкість”, “ремонтоздатність системи”, “турбулентність середовища безпекового проєкту”, “когнітивна карта загроз”, “сценарне управління ризиками”, “стійкість безпекового проєкту”, “ітеративність управління”, “ментальна модель управління безпековим проєктом”, “інфраструктурний проєкт”, “управління змінами інфраструктурного проєкту”, що забезпечує єдність термінології, підвищує наукову обґрунтованість управлінських рішень і створює основу для моделювання процесів захисту критичної інфраструктури в умовах воєнних загроз.

Практичне значення одержаних результатів полягає в можливості розробити:

– методики, алгоритми та інформаційні системи прийняття управлінських рішень для планування, реалізації та постпроєктного моніторингу безпекових проєктів в умовах війни на прикладі об’єктів критичної інфраструктури, що ґрунтуються на безпеко-орієнтованому, проактивному, реактивному, ситуаційному, ризик-орієнтованому, гібридному, ситуаційному і адаптивному управління. Це дає можливість ефективно забезпечувати ресурсний розподіл, підвищувати стійкість об’єктів критичної інфраструктури до впливу невизначеності загроз воєнного характеру при реалізації безпекових проєктів;

– алгоритми цифрової трансформації процесів управління командами безпекових проєктів, програм та портфелів проєктів; моделі моношаблону безпекового проєкту для уніфікації та стандартизації проєктних процедур; комп’ютерного експерименту з управління критичними параметрами функціонування інфраструктурних та логістичних проєктів забезпечення безпекової інфраструктури. Отримані результати можуть бути застосовані у структурах сектору безпеки і оборони України, органах державного управління та місцевого самоврядування для забезпечення ефективного планування, реалізації і управління безпековими проєктами в умовах війни та поствоєнного відновлення.

Результати проведених досліджень знайшли застосування у діяльності: Департаменту запобігання надзвичайним ситуаціям Державної служби України з надзвичайних ситуацій (акт впровадження від 28.01.2019 р.); Конфедерації будівельників України (акт впровадження від 04.11.2025 р.); Федерації роботодавців України (акт впровадження від 15.10.2025 р.); Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський і науково-дослідний інститут авіаційної промисловості» (акт впровадження від 21.10.2025 р.); Басейнової ради Дністра (акт впровадження від 03.11.2025 р.); I4Flame (Intelligent Information Integration and Interoperability for First responders, Law enforcement And Management of Emergency (Естонія)) при експертній оцінці заявок і проєктів Європейської Комісії у сферах безпеки й оборонних технологій (довідка впровадження від 01.11.2025 р.); Ради молодих вчених при Міністерстві освіти і науки України (довідка впровадження від 06.11.2025 р.). Результати досліджень впроваджено в освітньо-науковому процесі Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (акт впровадження від 06.10.2025 р.) та Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (акт впровадження від 25.09.2024 р.).

Особистий внесок здобувача. Усі наукові положення, розробки та результати, які представлені до захисту, отримані здобувачем самостійно, відносяться до сфери управління проєктами та програмами. Особистий внесок здобувача в наукових роботах, виконаних у співавторстві, полягає в наступному. У роботі [1] – розроблено концептуальну модель-схему моношаблону безпекового проєкту та представлено підхід застосування системи фільтрів елементів та параметрів управління об'єктами критичної інфраструктури; [2] – розроблено модель управління безпековими проєктами технічної системи запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та адаптовано кібернетичну модель типу «чорний ящик» для прийняття управлінських рішень при впровадженні безпекових проєктів; [3] – модель управління проєктом впровадження віртуального ситуаційного центру формування безпеко-орієнтованої культури; [4] – проведено аналіз даних для розробки топологічних моделей безпекового управління на об'єктах інфраструктури; [5] – здійснено огляд чинників та їхній вплив на реалізацію безпекових проєктів поствоєнної відбудови; [6] – проведено кластеризацію регіонів на основі сформованого індексу інфраструктурного розвитку; [7] – проведено комп'ютерний експеримент з управління критичними параметрами логістичних безпекових проєктів; [8] – розроблено модель розподілу впливу чинників на оптимізацію часових резервів планових структур безпекових регіональних проєктів експлуатації об'єктів критичної інфраструктури; [9] – сформовано проєктне середовище безпекових проєктів при створенні об'єктів критичної інфраструктури; [10] – розроблено модель-схему концептуальної моделі управління безпекою при впровадженні об'єктів критичної інфраструктури; [11] – узагальнено критерії вибору та функціональні можливості автоматизованих інформаційних систем у контексті відбору персоналу для безпекових проєктів та об'єктів критичної інфраструктури; [12] – змодельовано структуру інформаційну систему управління людськими ресурсами в безпекових проєктах; [13] – сформовано модель-схему факторів, що впливають на перешкоди впровадження конвергентних методологій в управлінні безпековими проєктами; [14] – розроблено геометричну модель компетентності членів команд безпекових проєктів; [15] – формалізовано проєктне середовище безпекових проєктів; [16] – розроблено метод аналізу ієрархій критеріїв оцінки кандидатів у безпекових проєктах; [17] – сформовано схему декомпозиції процесу формування команд безпекових проєктів; [18] – виконано аналіз потенційних ризиків та загроз в безпекових проєктах програмах та портфелях проєктів інфраструктурних об'єктів; [19] – здійснено формування етапів впровадження безпекових проєктів; [20] – виконано аналіз наукових досліджень з управління транскордонними проєктами в галузі безпеки; [21] – проаналізовано чинники, що впливають на ефективність реалізації транскордонних проєктів; [22] – сформовано концептуальну модель проєктного середовища ініціалізації безпекових проєктів на регіональному рівні; [23] – досліджено процеси цифровізації управління командами безпекових проєктів у контексті проєктного та програмного менеджменту; [24] – здійснено моделювання життєвого циклу об'єктів критичної інфраструктури (на прикладі аеропорту); [25] – розглянуто особливості інтеграції моделей управління безпекою в проєктах об'єктів критичної інфраструктури; [26] – розроблена модель структурної декомпозиції безпекових проєктів; [27] – систематизовано структуру системи управління людськими ресурсами безпекового проєкту; [28] – розроблено модель впливу змін на безпекові проєкти на різних етапах життєвого циклу; [29] – представлено модель управління змістом моношаблону безпекового проєкту під впливом змін у проєкті;

[30] – сформовано завдання та зміст управління людськими ресурсами в безпекових проєктах; [31] – формалізовано модель життєвого циклу витрат на ресурси в безпекових проєктах; [32] – узагальнено підходи до відбору членів команди безпекових проєктів; [33] – сформовано концепцію проєктно-орієнтованого управління цифровізацією безпекових проєктів; [34] – розроблено мультиагентну систему підтримки прийняття рішень у безпекових проєктах; [35] – сформована структурна схеми адаптації Agile у командах безпекових проєктах; [36] – узагальнено моделі прецедентів в процесі формування систем підтримки прийняття рішень для безпекових проєктів; [37] – узагальнено переваги застосування інструментів цифровізації при реалізації безпекових проєктів об'єктів критичної інфраструктури; [38] – розглянуто підхід до структурування процесу проєктного управління об'єктами критичної інфраструктури; [39] – сформовано факторні чинники впливу на безпекові проєкти об'єктів критичної інфраструктури; [40] – узагальнено особливості застосування ІТ в процесі забезпечення безпеки населення і територій; [41] – здійснено опис процесу гармонізації застосування ІТ в процес підготовки рятувальників для безпекових проєктів; [42] – узагальнено елементи організаційної моделі безпекового проєкту; [43] – уніфіковано модель-схему проєктно-орієнтованого управління безпековими проєктами із застосування автоматизованих систем антикризового управління; [44] – узагальнено концептуальні підходи реалізації безпекових проєктів для захисту навколишнього середовища; [45] – сформовано концептуальний підхід управління безпековими проєктами; [46] – розроблено безпеко-інтегровану модель структурної декомпозиції безпекових проєктів на прикладі об'єктів критичної інфраструктури; [47] – здійснено огляд особливостей застосування ІТ в безпекових проєктах; [48] – сформовано концептуальну модель формування змісту безпекового проєкту на прикладі об'єктів критичної інфраструктури; [49] – здійснено огляд моделей декомпозиції безпекових проєктів; [51] – здійснено огляд гнучких методологій управління командами безпекових проєктів; [52] – описано особливості застосування ІТ при реалізації безпекових проєктів в транскордонних територіальних системах; [53] – здійснено літературний огляд процесу формування команд безпекових проєктів; [54] – узагальнено особливості безпекового управління об'єктами інфраструктури (на прикладі стадіону) в контексті проведення евакуації; [55] – розглянуто особливості автоматизації процесу формування команд безпекових проєктів; [56] – здійснено огляд особливостей реалізації безпекових проєктів в умовах війни і повоєнного періоду; [57] – узагальнено процес аналізу ризиків при плануванні безпекових проєктів; [58] – здійснено огляд особливостей проєктних ризиків у безпекових проєктах для формування концепції ризик-менеджменту; [59] – узагальнено доцільність застосування інтелектуального ризик-орієнтованого підходу до управління безпековими проєктами; [60] – здійснено огляд особливостей формування життєвого циклу безпекових проєктів на прикладі об'єктів критичної інфраструктури; [61] – обгрунтовано формування проєктів захисту безпекових проєктів на прикладі об'єктів критичної інфраструктури. Наукова праця [50] підготовлена самостійно.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційного дослідження були представлені та позитивно оцінені на XII Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності» (м. Львів, Україна, 2017 р.); XIV Міжнародній конференції PM Kyiv 2017 «Управління проєктами у розвитку суспільства» (м. Київ, Україна, 2017 р.); Fourth international scientific-practical conference «Management of the

development of technologies» (м. Київ, Україна, 2017 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Project, Program, Portfolio Management. P3M» (м. Одеса, Україна, 2017 р.); 13th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2018) (м. Львів, Україна, 2018 р.); XV Міжнародній конференції PM Kyiv 2018 «Управління проєктами у розвитку суспільства» (м. Київ, Україна, 2018 р.); I Міжнародній науково-практичній конференції «Реалізація спільних міжнародних проєктів та реформування відносин: наука, виробництво і ринок» (м. Одеса, Україна, 2018 р.); 14th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2019) (м. Львів, Україна, 2019 р.); XVI Міжнародній конференції PM Kyiv 2019 «Управління проєктами у розвитку суспільства» (м. Київ, Україна, 2019 р.); XV Міжнародній науково-практичній конференції «Управління проєктами: стан та перспективи» (м. Миколаїв, Україна, 2019 р.); 15th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2020) (м. Львів, Україна, 2020 р.); 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020) (м. Славсько, Україна, 2020 р.); XVII Міжнародній конференції PM Kyiv 2020 «Управління проєктами у розвитку суспільства» (м. Київ, Україна, 2020 р.); X Міжнародній науковій конференції «Сучасні інформаційні технології» (м. Одеса, Україна, 2020 р.); XVI Міжнародній науково-практичній конференції «Управління проєктами: стан та перспективи» (м. Миколаїв, Україна, 2020 р.); X Науковій конференції «Наукові підсумки 2020 року» (м. Харків, Україна, 2020 р.); 16th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2021) (м. Львів, Україна, 2021 р.); 2nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2021) (м. Славсько, Україна, 2021 р.); XVI Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності» (м. Львів, Україна, 2021 р.); XVIII Міжнародній конференції PM Kyiv 2021 «Управління проєктами у розвитку суспільства» (м. Київ, Україна, 2021 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інформаційні технології в освіті та практиці» (м. Львів, Україна, 2021 р.); 3rd International Workshop IT Project Management (ITPM 2022) (м. Київ, Україна, 2022 р.); 17th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2022) (м. Львів, Україна, 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проєктами та економіці в умовах воєнного стану» (м. Харків, Україна, 2022 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення» (м. Львів, Україна, 2022 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Project, Program, Portfolio Management. P3M-2022» (м. Одеса, Україна, 2022 р.); XIX Міжнародній конференції PM Kyiv 2022 «Управління проєктами у розвитку суспільства» (м. Київ, Україна, 2022 р.); 4th International Workshop IT Project Management (ITPM 2023) (м. Варшава, Польща, 2023 р.); 12th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS (м. Дортмунд, Німеччина, 2023 р.); 18th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2023) (м. Львів, Україна, 2023 р.); XX Міжнародній конференції PM Kyiv 2023 «Управління проєктами у розвитку суспільства» (м. Київ, Україна, 2023 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інновінг сучасних трендів в менеджменті

безпеки» (м. Львів, Україна, 2023 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами» (м. Харків, Україна, 2023 р.); 5th International Workshop IT Project Management (ITPM 2024) (м. Братислава, Словаччина, 2024 р.); XIX Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності» (м. Львів, Україна, 2024 р.); XXI Міжнародній конференції PM Kyiv 2024 «Управління проєктами у розвитку суспільства» (м. Київ, Україна, 2024 р.).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 61 наукову працю. 21 стаття у наукових виданнях, з яких: 7 статей з наукового напряму, за яким підготовлено дисертацію у періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України та у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 14 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України; 2 колективні монографії; 38 наукових праць, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації (з них 14 публікацій у закордонних наукових виданнях за результатами міжнародних наукових конференцій проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, а також 24 тези у матеріалах міжнародних та вітчизняних наукових конференцій).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел з 345 найменувань, містить 372 сторінки друкованого тексту (з них 270 сторінок основного тексту), 36 таблиць, 89 рисунків, 3 додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність і важливість тематики досліджень, сформульовано проблему, мету і завдання дослідження, визначено об’єкт, предмет, наукову новизну та практичну цінність дисертації. Представлено результати апробації, практичне значення отриманих результатів дисертації та основні наукові публікації.

У першому розділі **«Генезисні чинники ініціації наукової проблеми управління безпековими проєктами»** описано сучасні тренди безпекових проєктів та безпекової інфраструктури в контексті проблематики забезпечення стану безпеки проєктів, оновлення їх змісту та захисту безпекової інфраструктури. Здійснено критичний інформаційно-літературний аналіз наукових шкіл в галузі інфраструктурних та безпекових проєктів і представлений дослідженями вітчизняних та зарубіжних науковців, серед яких: Бушуєв С.Д., Бушуєва Н.С., Рач В.А., Дорош М.С., Веренич О.В., Фесенко Т.Г., Зачко О.Б., Чумаченко І.В., Рак Ю.П., Дружинін Є.А., Пітерська В.М., Гогунський В.Д., Кошкін К.В., Кононенко І.В., Чернов С.К., Тригуба А.М., Сухонос М.К., Данченко О.Б., Tanaka H., Çetin E., Babayev I. та ін. На основі аналізу сформовані ключові 5 напрямів-кластерів наукових напрямків досліджень та представлено основні їх переваги і вразливості, що унеможливлює їх повноцінне використання в управлінні безпековими проєктами. Проведений аналіз міжнародних стандартів та методологій з управління проєктами вказав на наявну проблематику їх адаптації і інтеграції до управління безпековими проєктами в умовах війни не лише на прикладному, але і на методологічному рівнях. Ефективне управління безпековими проєктами в умовах війни можливе за умов інтеграції методів системного аналізу, цифрового управління і управління ризиками, що в синергії формують методологічну

платформу безпекового управління. Таким чином формування методології управління безпековими проєктами, програмами та портфелями проєктів в умовах війни є науковою відповіддю на сучасні загрози та виклики спрямованою на створення та забезпечення стійкості і безпеки системи управління проєктами захисту та відновлення об'єктів критичної інфраструктури.

У другому розділі **«Наукові основи управління безпековими проєктами в умовах війни»** на основі аналізу предметної області та синергії знань розширено понятійно-категоріальний апарат в частині окремого кластеру визначень безпекових проєктів за напрямами визначень: 1. методологічним; 2. управлінським; 3. технічним; 4. ризиковим; 5. системним.

Вирішення завдань із забезпечення безпеки об'єктів критичної інфраструктури (далі – ОКІ) є багатокритеріальною задачею, що формує відповідну проєктну структуру та потребує особливого підходу до управління їх реалізацією. Така структурно-логічна модель безпекового управління визначає взаємодію внутрішніх компонентів проєктного середовища використовуючи причинно-наслідкові зв'язки заданих критеріїв та відповідних параметрів безпеки проєкту. Проведений аналіз відомих моделей та підходів до управління проєктами, націлених на забезпечення та підвищення рівня безпеки, дав змогу побудувати структурну модель управління проєктами безпечної експлуатації критичної інфраструктури та інфраструктурних проєктів (рис. 1).

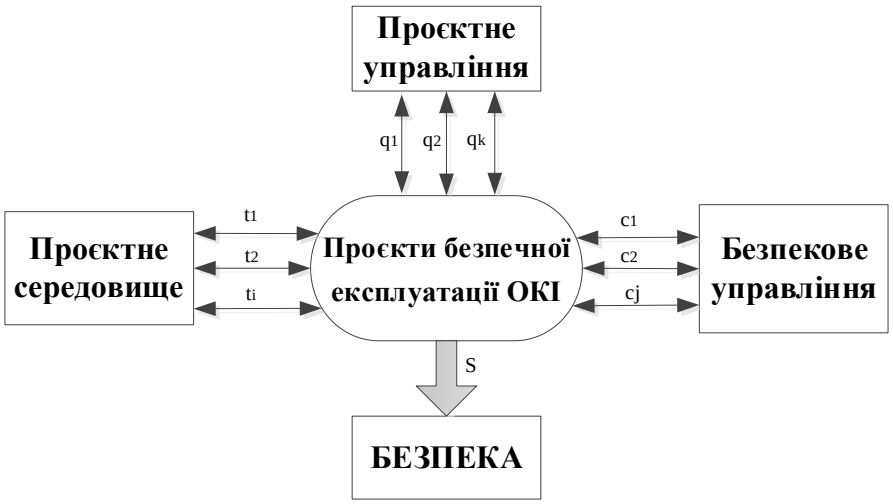


Рисунок 1 – Структурна модель управління безпековими проєктами безпечної експлуатації критичної інфраструктури та інфраструктурних проєктів

На основі побудованої структурної моделі (рис. 1) сформована ключова залежність забезпечення безпеки на ОКІ та інфраструктурних проєктах (1):

$$\left.\begin{array}{ll} Pe_i & \in \langle t_1, t_2, \dots, t_i; i = 1 \dots n\rangle \\ Ps_i & \in \langle c_1, c_2, \dots, c_j; j = 1 \dots n\rangle \\ Pm_i & \in \langle q_1, q_2, \dots, q_k; k = 1 \dots n\rangle \end{array}\right\} \Rightarrow P_i \Rightarrow S_i \qquad (1)$$

де Pe_i – проєктне середовище Pe i-ого проєкту; Ps_i – система управління безпекою Ps i-ого проєкту; Pm_i – інструментарій Pm проєктного управління i-им проєктом; x_i, y_j, z_k – причинно-наслідкові зв'язки компонентів проєктної тріади: часу t i-ого проєкту; вартості c j-ого проєкту; якості q k-ого проєкту; P_i – i-ий проєкт безпечної експлуатації P об'єкту критичної інфраструктури; S_i – стан безпеки S i-ого інфраструктурного проєкту.

Під час управління процесом реалізації проєктів такого типу, його ядро зазнає значного впливу параметрів внутрішнього проєктного середовища, які формуються на основі тісної взаємодії принципів безпекового управління та класичного менеджменту, що дає змогу ефективно сформувати безпечні умови експлуатації ОКІ та інфраструктурних проєктів. До них відносяться проєкти, спрямовані на запобігання виникненню НС на критичній інфраструктурі та інфраструктурних проєктах, ліквідацію їх наслідків з використанням цифрових платформ управління безпекою та кризовою стійкістю, які окрім комплексного представлення, потребують розподілу на безпекові проєкти громад з врахування чинників, що впливають на оптимізацію часових резервів планових структур (рис. 2).

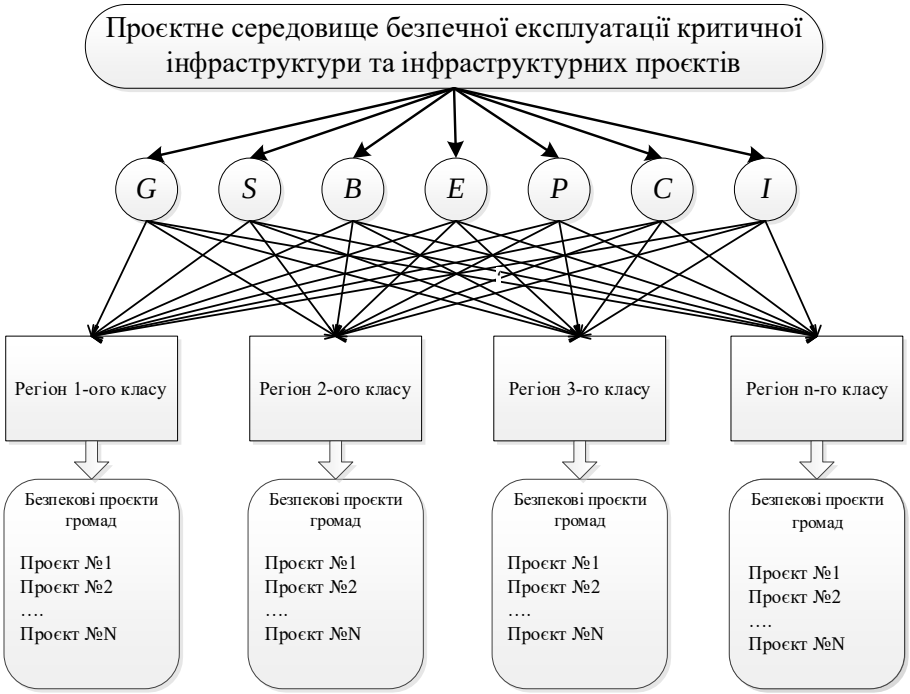


Рисунок 2 – Модель розподілу впливу чинників на оптимізацію часових резервів планових структур безпекових проєктів громад для безпечної експлуатації критичної інфраструктури та інфраструктурних проєктів

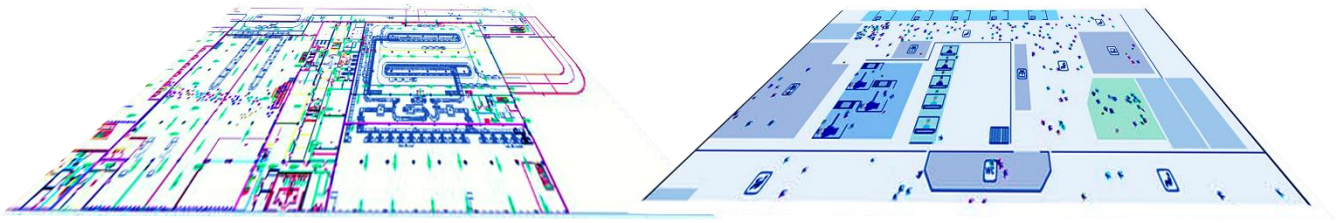
У цій моделі безпекові проєкти громад входять до складу регіональних проєктів, як складові частини загального проєкту забезпечення безпеки, залежність (2).

$$F_i = \langle G, S, B, E, P, C, I \rangle \quad (2)$$

де G – географічні особливості регіонів; S – безпекова складова; B – соціально-політична ситуація в регіоні; E – наявна чисельність підрозділів рятувальної служби; P – чисельність населення; C – спеціалізовані центри реагування на НС; I – рівень інформатизації та програмного забезпечення.

Оскільки при функціонуванні інфраструктурних проєктів спостерігається постійна наявність значної кількості людей на достатньо обмежених площах, важливим параметром забезпечення безпеки є процес евакуації людей з таких об’єктів у випадку виникнення НС або іншої загрози їх життю та здоров’ю.

Оцінка ефективності процесу евакуації людей у великих скупченнях на ОКІ та інфраструктурних проєктах передбачає застосування основних методів дискретно-подійного моделювання. Моделювання кожної події в життєвому циклі інфраструктурного проєкту являє собою вибір одного з деякої сукупності розглянутих варіантів: $E_i \in E$. У загальному випадку кількість варіантів $E_1, E_2, \dots E_i, \dots$ нескінченна. Однак на практиці ми маємо справу з обмеженою кількістю варіантів. На рис. 3 (*а, б*) наведені результати імітаційного моделювання критичних параметрів функціонування продуктів інфраструктурних проєктів за двома методиками.



а *б*

Рисунок 3 – Моделювання критичних параметрів об’єкту транспортної критичної інфраструктури (на прикладі аеропорту): *а* – процесу евакуації; *б* – пасажиропотоків та пропускної здатності терміналу

Перша модель (рис. 3 *а*) включала моделювання конкретної події – евакуації з об’єкта критичної інфраструктури (на прикладі аеропорту) внаслідок повідомлення про замінування. В моделі задані перешкоди під час евакуації та задана максимальна кількість відвідувачів – 3305, всі стіни та перегородки позначені як перешкоди, також задані всі можливі евакуаційні виходи. Евакуація в імітаційній моделі реалізована шляхом задання цільових точок (евакуаційних виходів), які застосовуються у вбудованих бібліотеках класів середовища мультиагентного моделювання. В другому випадку (рис. 3 *б*) здійснювалось моделювання не окремої події, а життєвого циклу функціонування аеропорту, який представлений як дискретна хронологічна послідовність подій протягом доби: прибуття пасажирів, паспортний та митний контроль тощо. В моделі параметри функціонуванні об’єкту, зокрема пасажиропотік, задані на рівні 2000 пас/год. Життєвий цикл за структурою не відрізняється від інших, проте його зміст є унікальним для кожного нового проєкту. Концептуальною особливістю є можливість застосування стандартних моношаблонів інфраструктурних проєктів, проте із врахуванням мультипараметричного середовища управління змінами (рис 4).

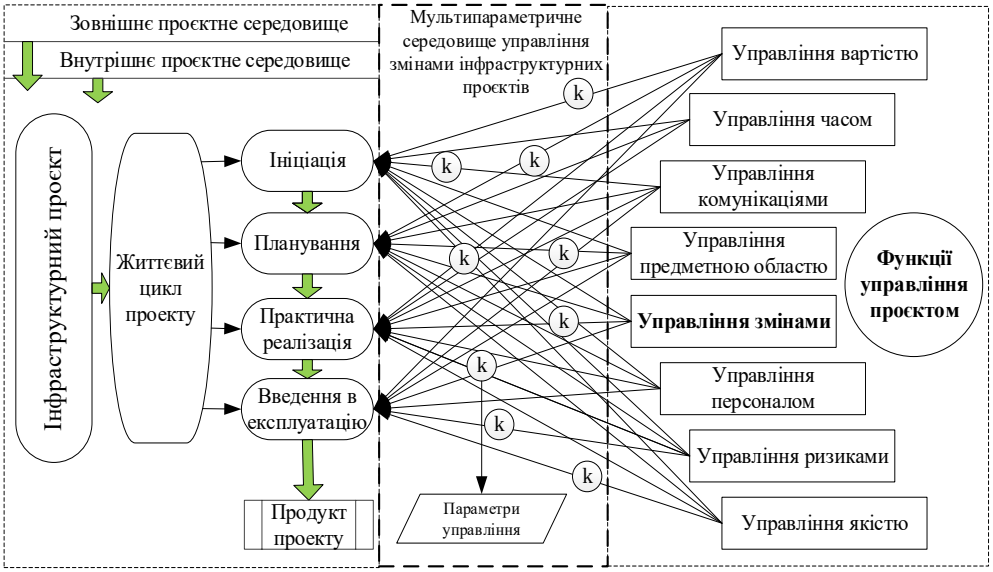


Рисунок 4 – Концептуальна модель-схема формування параметрів управління змінами інфраструктурних проєктів на основі проєктно-орієнтованого підходу

Основний вплив проєктних змін відбувається саме на початкових фазах життєвого циклу реалізації проєктів, програм та портфелів проєктів, зокрема фазах ініціації та планування, що дало змогу сформувати модель (рис 5).

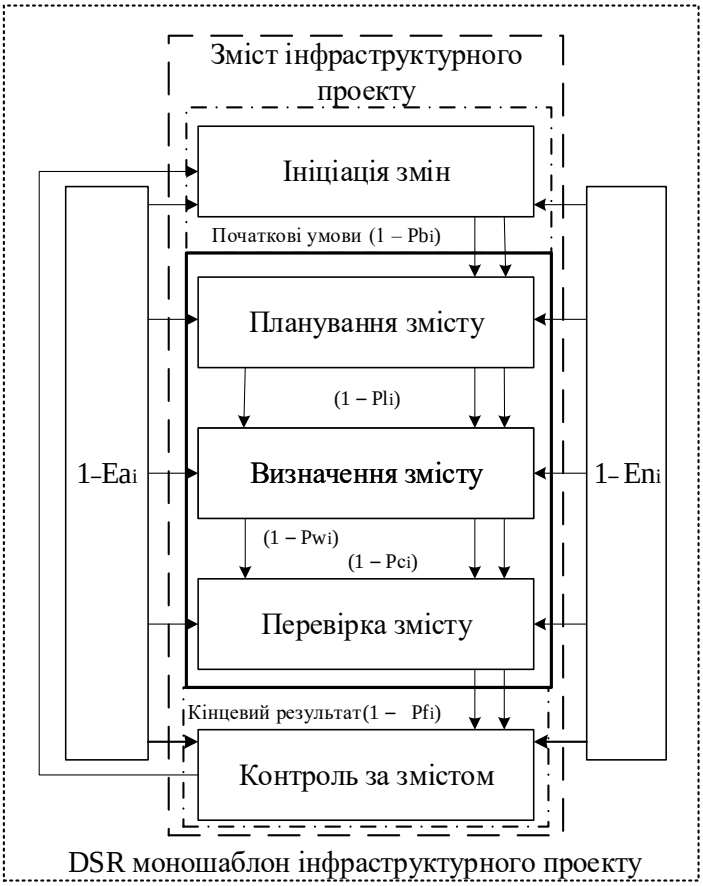


Рисунок 5 – Модель управління змістом моношаблону інфраструктурного проєкту під впливом проєктних змін

де Ea_i – вплив зовнішнього проєктного оточення *Ea i*-ого інфраструктурного проєкту; En_i – вплив внутрішнього проєктного оточення *En i*-ого інфраструктурного проєкту; Pb_i – ініціація змін *Pb i*-ого інфраструктурного проєкту; Pl_i – планування змін *Pl i*-ого інфраструктурного проєкту; Pw_i – визначення змісту *Pw i*-ого інфраструктурного проєкту; Pc_i – перевірка змісту *Pc i*-ого інфраструктурного проєкту; Pf_i – контроль за змістом *Pf i*-ого проєкту.

Модель сформовано на основі застосування DSR (Decomposition; Safety; Resources) моношаблону інфраструктурного проєкту. Вона включає в себе елементи управління змістом інфраструктурного проєкту, урахування впливу оточення проєкту, залежностей та змін. Управління змістом інфраструктурного проєкту включає такі блоки управління: ініціації змін, планування, визначення змісту, перевірку та контроль. Запишемо ці блоки управління виразом (3).

$$Cm_i = \{Pb_i, Pl_i, Pw_i, Pc_i, Pf_i\} \quad (3)$$

де Cm_i – управління змістом *Cm i*-ого інфраструктурного проєкту, програми, проєкту.

Для перевірки адекватності розробленої моделі було прийнято, що при найсприятливіших проєктних умовах значення змісту проєкту дорівнюватиме 1. Тоді при виникненні змін, що впливатимуть на зміст *Cm i*-ого інфраструктурного проєкту, віднімемо їх кількісні значення від попередньо прийнятих. Запишемо дане рішення рівнянням (4).

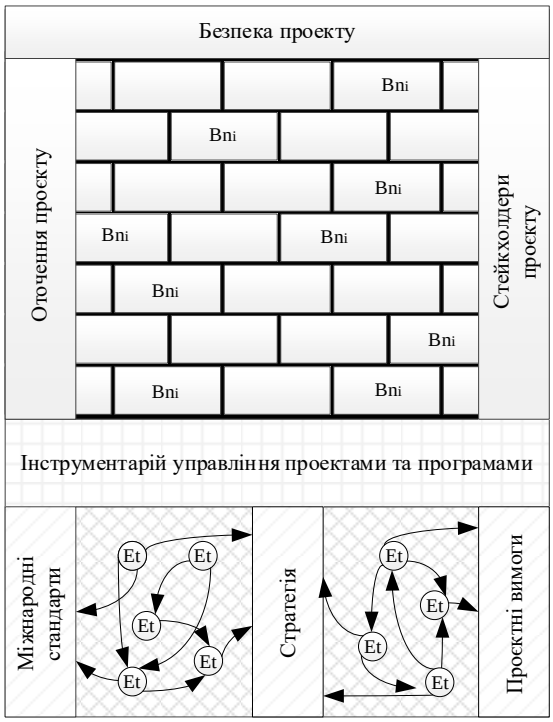
$$Cm_i = 1 - A(Pb_i, Pl_i, Pw_i, Pc_i, Pf_i, Ea_i, En_i) \quad (4)$$

Приймемо, що результати обчислення кількісних значень змін змісту інфраструктурного проєкту розподілимо на 4 класи. 1 клас – не значні відхилення змісту; 2 клас – допустимі відхилення змісту; 3 клас – тривожні відхилення; 4 клас – критичні відхилення змісту (табл. 1).

Таблиця 1 – Розподіл значень відхилення змісту інфраструктурного проєкту

Відхилення	Діапазон	Клас
Не значні	[0,001-0,10]	1
Допустимі	[0,101-0,150]	2
Тривожні	[0,151-0,250]	3
Критичні	[0,251-1,0]	4

Отже сформовано 4 класи відхилень змісту інфраструктурних проєктів під впливом проєктних змін на стадії планування та їх кількісний діапазон розподілу. Таким чином найоптимальніший варіант, де внесення управлінських змін буде ефективним – це відхилення в інфраструктурних проєктах в діапазонах класу 1 – «Не значні» [0,001-0,10] та класу 2 – «Допустимі» [0,101-0,150]. У інших випадках ймовірність успішного впровадження інфраструктурних проєктів буде меншою.



В процесі застосування моношаблону інфраструктурного проєкту існує потреба врахування концептуальних особливостей планування проєкту та формування його унікальних параметрів та елементів (рис. 6).

Рисунок 6 – Концептуальна модель-схема моношаблону інфраструктурного проєкту

де Bn_i – блок структурної декомпозиції *Bn i*-ого інфраструктурного проєкту; Et_i – турбулентне середовище *Et i*-ого інфраструктурного проєкту.

Елементи та параметри управління інфраструктурним проєктом при використанні моношаблонів застосовуються впродовж усього життєвого циклу проєкту, однак їх найбільший вплив здійснюється на етапі планування проєкту, коли проводиться структурна декомпозиція проєкту із формуванням необхідних параметрів.

На даному етапі вкрай важливо забезпечити формування лише проєктного набору параметрів та застосування певного набору елементів управління. Тому виникає завдання із формування механізму «системи фільтрів елементів та параметрів управління проєктом». Таким чином на основі проєктно-орієнтованого підходу та системного аналізу сформована модель-схема системи фільтрів елементів управління інфраструктурним проєктом при безпеко-орієнтованому управлінні, що є системою безперебійного процесу забезпечення інфраструктурного проєкту сегрегованими параметрами та елементами управління при застосуванні моношаблонів проєктів та безпеко-орієнтованого управління. Ці фільтри можуть мати різну структуру та компоненти, проте для інфраструктурних проєктів їх базова структура є тришаровою DSR платформою із оболонками фільтрів (рис. 7).

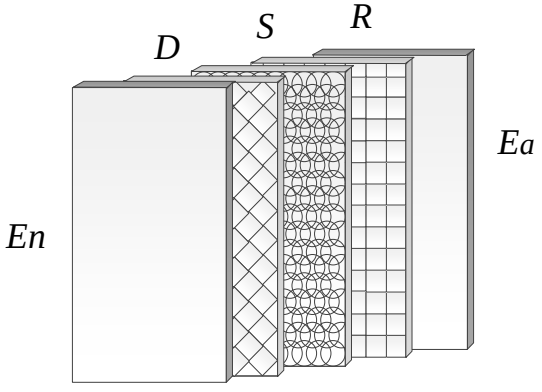


Рисунок 7 – Модель-схема системи фільтрів елементів та параметрів управління інфраструктурним проєктом при безпеко-орієнтованому управлінні

Першим шаром системи фільтрів є шар *D*, на якому здійснюється сегрегація елементів та параметрів управління структурною декомпозицією інфраструктурного проєкту, що можна описати виразом (5).

$$D: \left[Kd_1^{(i)}, Kd_2^{(i)}, \dots, Kd_n^{(i)}\right] \rightarrow \left[Kd_1^{(i)'}, Kd_2^{(i)'}, \dots, Kd_n^{(i)'}\right], \text{ при } \; i \in N, n \in N \quad (5)$$

де $Kd_1^{(i)}, Kd_2^{(i)}, \dots, Kd_n^{(i)}$ – множина *n* параметрів управління структурною декомпозицією *Kd i*-ого інфраструктурного проєкту; $Kd_1^{(i)'}, Kd_2^{(i)'}, \dots, Kd_n^{(i)'}$ – множина *n* параметрів управління структурною декомпозицією *Kd' i*-ого інфраструктурного проєкту, що пройшли систему фільтрів. Другим шаром системи фільтрів є шар *S*, на якому здійснюється сегрегація елементів та параметрів управління безпекою інфраструктурного проєкту, що можна описати виразом (6).

$$S: \left[Ks_1^{(i)}, Ks_2^{(i)}, \dots, Ks_n^{(i)}\right] \rightarrow \left[Ks_1^{(i)'}, Ks_2^{(i)'}, \dots, Ks_n^{(i)'}\right], \text{ при } \; i \in N, n \in N \quad (6)$$

де $Ks_1^{(i)}, Ks_2^{(i)}, \dots, Ks_n^{(i)}$ – множина *n* параметрів управління безпекою *Ks i*-ого інфраструктурного проєкту; $Ks_1^{(i)'}, Ks_2^{(i)'}, \dots, Ks_n^{(i)'}$ – множина *n* параметрів управління безпекою *Ks' i*-ого інфраструктурного проєкту, що пройшли систему фільтрів.

Третій шар системи фільтрів є шар *R*, на якому здійснюється сегрегація елементів управління ресурсним забезпеченням інфраструктурного проєкту, що можна описати виразом (7).

$$R: \left[Kr_1^{(i)}, Kr_2^{(i)}, \dots, Kr_n^{(i)}\right] \rightarrow \left[Kr_1^{(i)'}, Kr_2^{(i)'}, \dots, Kr_n^{(i)'}\right], \text{ при } \; i \in N, n \in N \quad (7)$$

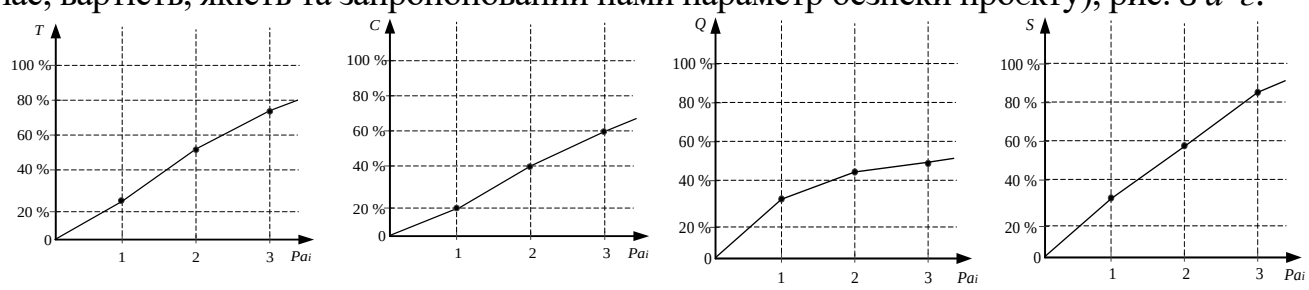
де $Kr_1^{(i)}, Kr_2^{(i)}, \dots, Kr_n^{(i)}$ – множина *n* параметрів управління ресурсним забезпеченням *Kr i*-ого інфраструктурного проєкту; $Kr_1^{(i)'}, Kr_2^{(i)'}, \dots, Kr_n^{(i)'}$ – множина *n* параметрів управління ресурсним забезпеченням *Kr' i*-ого проєкту, що пройшли систему фільтрів.

Усі три шари системи фільтрів елементів та параметрів управління інфраструктурним проєктом здійснюють сегрегацію елементів та параметрів управління шляхом взаємодії шарів, структури та впливу оболонок системи фільтрів (зовнішнього *Ea* та внутрішнього *En* оточення *i*-ого проєкту), що описується залежністю (8).

$$En_i \rightarrow [D, S, R] \rightarrow Ea_i \quad (8)$$

де *D* – структурна декомпозиція; *S* – безпекова складова; *R* – ресурсне забезпечення.

Параметри функціонування шарів системи фільтрів проєкту є змінними та формуються залежно від специфіки інфраструктурного проєкту, його типу, масштабу. Залежно від цього вони можуть мати різні кількісні та якісні значення. Збільшення кількості систем фільтрів чи шарів при плануванні проєкту збільшує основні параметри (час, вартість, якість та запропонований нами параметр безпеки проєкту), рис. 8 *а–г*.



а *б* *в* *г*

Рисунок 8 – Графік залежності кількісно-якісних параметрів зміни:

а – часу впровадження інфраструктурних проєктів від застосування систем фільтрів проєкту; *б* – вартості впровадження інфраструктурних проєктів від застосування систем фільтрів проєкту; *в* – якості при впровадженні інфраструктурних проєктів від застосування систем фільтрів проєкту; *г* – безпекових параметрів впровадження інфраструктурних проєктів від застосування систем фільтрів проєкту; T – час реалізації інфраструктурного проєкту; C – вартість реалізації інфраструктурного проєкту; Q – якість продукту інфраструктурного проєкту; S – безпекові параметри інфраструктурного проєкту; Pa_i – кількісні параметри системи фільтрів *Pa i*-ого проєкту

Провівши аналіз графіків залежностей варто відмітити таке. При збільшенні кількості або шарів систем фільтрів проєкту, збільшується: час (рис. 8 *а*) реалізація проєкту на 25 % та вартість (рис. 8 *б*) його реалізації на 20 % на кожному етапі, що відповідно є негативним фактором при плануванні інфраструктурних проєктів. Однак слід відмітити, що таке зростання призводить до підвищення якості проєкту (рис. 8 *в*) на 30 % на 1 етапі із наступним зростанням до значення близько 50–52 % на 3 етапі та безпеки проєкту (рис. 8 *г*) в середньому на 30 % на кожному етапі. Тому застосування такого підходу є доцільним та обґрунтованим.

Слід зауважити, що сегрегація елементів управління інфраструктурним проєктом шляхом застосування системи фільтрів при застосуванні моношаблонів та безпеко-орієнтованого управління є комплексним організаційно-технічним процесом. Відповідно до цього ми сформували формалізовану модель сегрегації елементів управління інфраструктурним проєктом на рівні моношаблону при безпеко-орієнтованому управлінні (рис. 9).

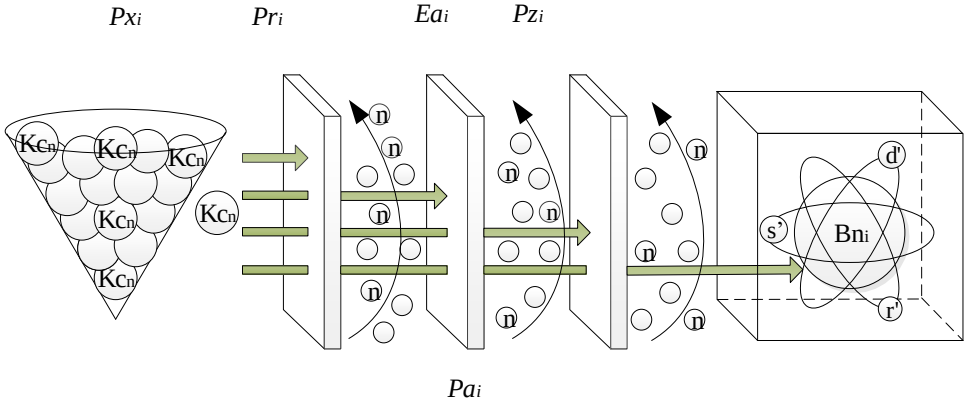


Рисунок 9 – Формалізована модель сегрегації елементів та параметрів управління інфраструктурним проєктом на рівні моношаблону при безпеко-орієнтованому управлінні

Модель формально візуалізує процес відбору елементів та параметрів управління інфраструктурним проєктом із застосуванням моношаблону. Модель може застосовуватися при проведенні експертного оцінювання для прийняття управлінських рішень або при формуванні програмного забезпечення для оптимізації процесу планування та впровадження інфраструктурних проєктів.

Формалізована модель є триблоковою структурою, що відображає процес сегрегації елементів управління інфраструктурним проєктом, починаючи з етапу ініціації та планування інфраструктурного проєкту на основі моношаблону. Процес здійснюється крізь систему фільтрів, де на проєкт впливають фактори проактивного управління, внутрішнього проєктного середовища, проєктні зміни і опір системи

проєкту. Завершується процес формуванням безпеко-орієнтованого інфраструктурного проєкту із набором сегрегованих параметрів та елементів.

Перший блок моделі є базою структурно декомпонованих елементів та параметрів моношаблону інфраструктурних проєктів. Кількість та значення залежить від специфіки інфраструктурного проєкту, зокрема масштабу, величини та наповнення. Опишемо І блок залежністю (9).

$$Px_i = \left\{Kc_1^{(i)}, Kc_2^{(i)}, \dots, Kc_n^{(i)}\right\}, \text{ при } n \in N; n \geq 1, \quad (9)$$

де Px_i – структурно декомпоновані параметри управління моношаблону Px i-ого інфраструктурного проєкту; $Kc_n^{(i)}$ – множина n параметрів управління Kc i-им інфраструктурним проєктом. Другий блок моделі характеризується переходом структурно декомпонованих елементів управління та параметрів моношаблону інфраструктурного проєкту з бази даних в систему фільтрів проєкту. У цьому блоці здійснюється їх сегрегація відповідно до потреб та специфіки проєкту, від чого напряму залежить кількість систем фільтрів та їх шарів. На даному етапі елементи та параметри управління моношаблону інфраструктурного проєкту проходять через активну фазу внутрішнього проєктного середовища. Цей процес включає вплив проактивного управління інфраструктурним проєктом, врахування та реагування на проєктні зміни і його турбулентне оточення та ін. Описати цей етап можемо виразом (10).

$$Pa_i = f(Pr_i, Ea_i, Pz_i) \quad (10)$$

де Pr_i – проактивне управління Pr i-им інфраструктурним проєктом; Pz_i – вплив проєктних змін Pz i-ого інфраструктурного проєкту. Однак слід врахувати, що в процесі приходження елементами та параметрами управління моношаблону інфраструктурного проєкту системи фільтрів вони стикаються з опором. Опір системи фільтрів характеризується в першу чергу часовими затримками проходження системи фільтрів та є процесом сприйняття, сегрегацією системою якісно підібраних елементів та параметрів моношаблону та відсіюванням непотрібних. В комплексі він залежить від кількості фільтрів, їх величини, що в свою чергу залежить від масштабу проєкту, структурного шару, кількості параметрів та елементів управління, що повинні пройти сегрегацію. Описати опір системи фільтрів можемо виразом (11).

$$Rf_i = Qf_i \frac{Nf_i}{Vf_i} \quad (11)$$

де Rf_i – опір системи фільтрів Rf елементів та параметрів управління моношаблону i-ого інфраструктурного проєкту; Qf_i – опір структурного шару Qf системи фільтрів елементів та параметрів управління моношаблону i-ого інфраструктурного проєкту; Nf_i – кількість структурних шарів Nf системи фільтрів елементів та параметрів управління моношаблону i-ого інфраструктурного проєкту; Vf_i – величина структурного шару Vf системи фільтрів елементів та параметрів управління моношаблону i-ого інфраструктурного проєкту. Третім блоком моделі є формування блоків структурної декомпозиції i-ого інфраструктурного проєкту $In^{(p)}$ на основі сегрегованих елементів та параметрів управління моношаблону при безпеко-орієнтованому управлінні. Блок можемо записати виразом (12).

$$Bn_i = \{r_i', d_i', s_i'\} \quad (12)$$

де r_i', d_i', s_i' – множина сегрегованих елементів та параметрів управління структурною декомпозицією d', ресурсозабезпеченням r' та безпекою s' моношаблону i-ого інфраструктурного проєкту.

Зважаючи на особливості впровадження інфраструктурних проєктів та вимоги які висуваються до них, здійснення структурної декомпозиції інфраструктурних проєктів потребує також дослідження можливості застосування та адаптації методології безпеко-орієнтованого управління в процес управління проєктом так і його впливу на ресурсне забезпечення проєкту. Таким чином нами розроблено безпеко-орієнтовану модель структурної декомпозиції інфраструктурного проєкту (рис. 10).

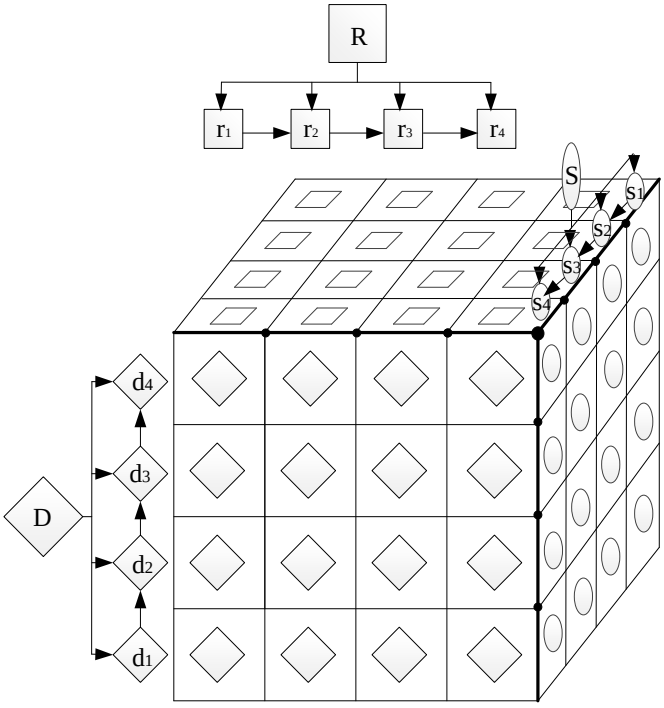


Рисунок 10 – Безпеко-орієнтована модель структурної декомпозиції інфраструктурного проєкту

Модель є тривимірною структурою, що складається із площин параметрів, необхідних для планування, реалізації та супроводу інфраструктурного проєкту впродовж його життєвого циклу.

Площина D представляє структурну декомпозицію інфраструктурного проєкту із фазами d_1, d_2, d_3, d_4. Площина R є параметром забезпеченості проєкту ресурсами у фазах r_1, r_2, r_3, r_4. Площина S – інструментарій безпеко-орієнтованого управління інфраструктурним проєктом на різних фазах s_1, s_2, s_3, s_4. Особливістю цієї моделі є наявність взаємозв'язків площин, що виникають при їх перетині (табл. 2).

Таблиця 2 – Взаємозв'язки площин безпеко-орієнтованої моделі структурної декомпозиції інфраструктурного проєкту

Площина параметру моделі	Кількість перетинів	Точки перетину
R; D	4	r_1d_4; r_2d_4; r_3d_4; r_4d_4
S; R	4	s_1r_4; s_2r_4; s_3r_4; s_4r_4
D; S	4	d_1s_4; d_2s_4; d_3s_4; d_4s_4
D; S; R	1	$d_4s_4r_4$

Провівши аналіз можемо стверджувати, що утворені на перетинах кожної із 3 площин зв'язки є взаємозалежними. Із 13 можливих точок перетинів площин, лише 1 точка перетину ($d_4s_4r_4$) є тріадною, де перетинаються усі 3 площини, утворюючи таким чином ядро інфраструктурного проєкту та створюючи передумови до отримання продукту інфраструктурного проєкту.

У третьому розділі **«Механізми управління проєктами забезпечення ризикостійкості об'єктів критичної інфраструктури в умовах війни, криз, нештатних ситуацій та катастроф»** розглянуто особливості

менеджменту безпеки в проєктах захисту об'єктів критичної інфраструктури, проведено геопросторове моделювання ризикостійкості об'єктів критичної інфраструктури та досліджено конвергенцію проактивних та реактивних механізмів захисту об'єктів критичної інфраструктури засобами імітаційного моделювання.

У зв'язку з військовими діями, гібридними загрозами та кризовими ситуаціями одним з ключових об'єктів критичної інфраструктури в Україні є об'єкти енергетики. Вони серед усіх є одними з наймасштабніших як за величиною, так і за потенційно-можливими наслідками впливу на населення і території. Тому в контексті дослідження обрано об'єкти гідротехнічних споруд західного регіону України, через їх значну локалізацію в межах регіону. Картографування та візуалізацію локаційного розміщення визначених об'єктів здійснено в програмному середовищі ArcGIS, шляхом створення GIS шарів із базових карт, проведення просторового аналізу для визначення зон впливу об'єктів, оцінки взаємозв'язків (рис. 11).

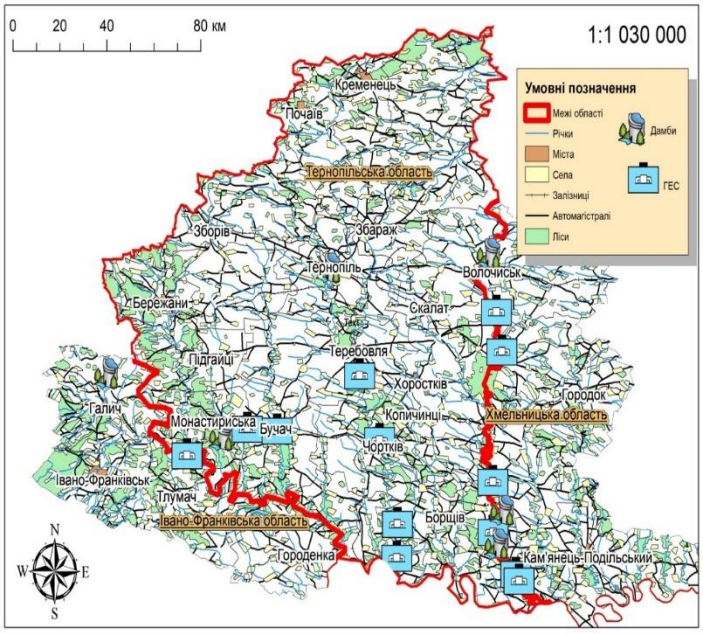


Рисунок 11 – Картографування об'єктів критичної інфраструктури (на прикладі гідротехнічних споруд) Тернопільської області

За результатами комп'ютерного картографування визначено регіон – Тернопільська область, як регіон з найбільшою кількістю гідроспоруд, що мають прямий або опосередкований вплив на стан безпеки життєдіяльності регіону.

Картографування регіону із розміщенням об'єктів критичної інфраструктури (гідротехнічних споруд) дало можливість ідентифікувати та візуалізувати їх зональне розміщення. Подальше дослідження наслідків потенційного негативного впливу небезпечних факторів, загроз та ризиків на стан безпеки, цілісності та функціонування об'єктів інфраструктури дозволило визначити потенційну загрозу населенню та територіям шляхом комп'ютерного програмування програмного середовища ArcGIS із використанням спеціальних скриптів Python.

Як наслідок вплив ураження негативних факторів торкнеться 5 різних регіонів загальною площею близько 12 тис. км^2, зокрема в зоні потенційного ураження 2080 населених пунктів: міст, селищ) та понад 1450 об'єктів критичної інфраструктури, серед якої: транспортно-логістичних шляхів (як державного так і європейського значення (автодороги та залізниця)); електростанції (окрім гідростанцій та гідроспоруд – вітрові, біогазові, сонячні), заклади освіти різного рівня; заклади охорони здоров'я; значна кількість потенційно небезпечних об'єктів та найголовніше місцевого населення (рис. 12).

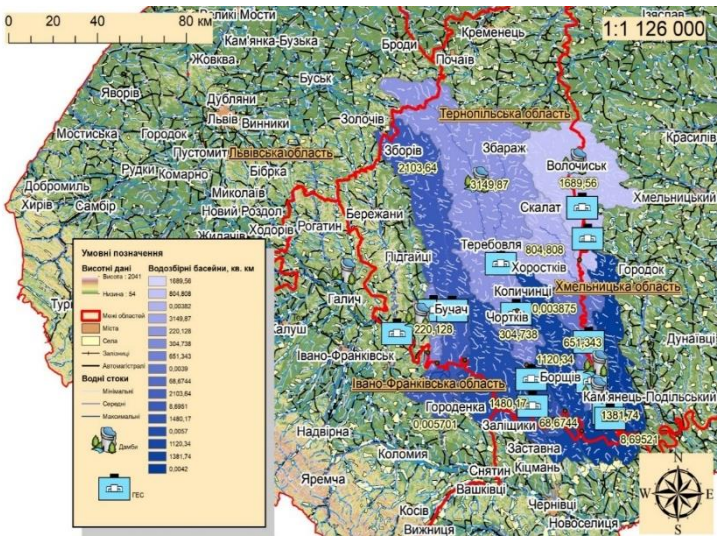


Рисунок 12 – Результати моделювання наслідків аварій на об'єктах критичної інфраструктури (гідротехнічних спорудах) Тернопільської області засобами ArcGIS

Такий можливий негативний сценарій розвитку подій потребує розробки та імплементації комплексу заходів, що із застосуванням проєктного інструментарію, ризик менеджменту, проактивних та реактивних механізмів захисту об'єктів критичної інфраструктури засобами імітаційного моделювання та безпекового управління дасть змогу сформувати модель захисного механізму інфраструктурних проєктів, програм та портфелів проєктів для забезпечення стану безпеки інфраструктурних об'єктів на різних рівнях (рис.13): де Lp_i – i-ий інфраструктурний проєкт, програма чи портфель проєктів Lp; Rm_i – система управління ризиками Rm i-ого проєкту; Dv_i – відхилення Dv, що впливають на адаптивний моношаблон i-ого інфраструктурного проєкту; E – оцінка; L – аналіз; W – верифікація.

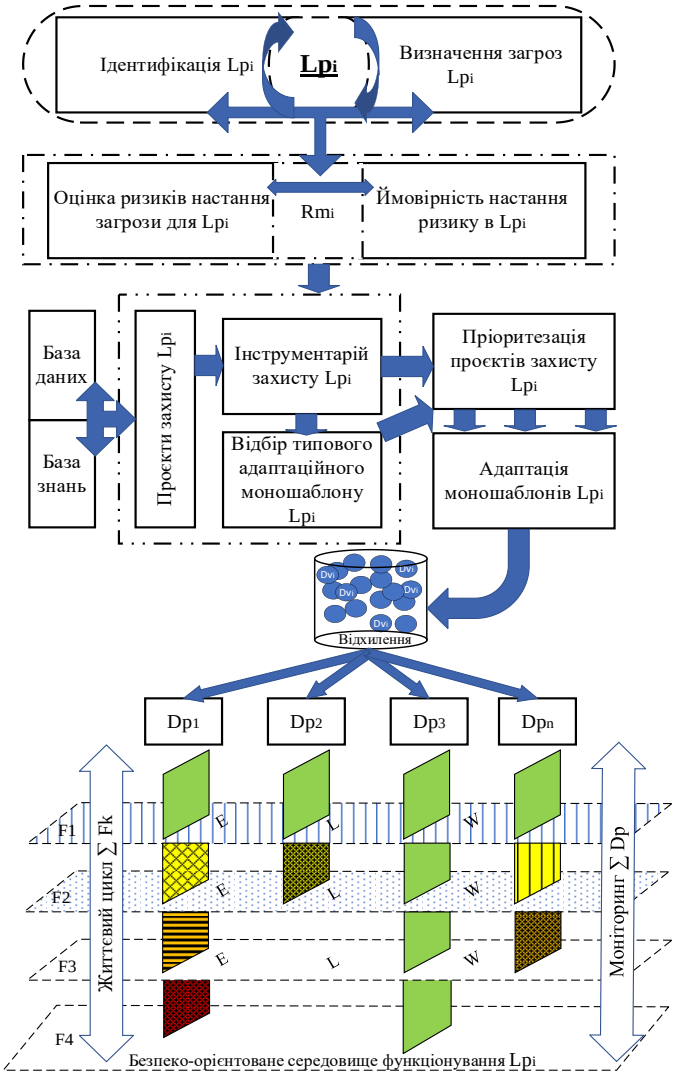


Рисунок 13 – Модель-схема формування захисного механізму інфраструктурних проєктів, програм та портфелів проєктів

В основі моделі формування захисного механізму інфраструктурних проєктів, програм та портфелів проєктів, що є мультикомплексною системою, лежить багаторівнева ідентифікація ризиків та визначення загроз, як стратегічних, так і тактичних, та ймовірність каскадного впливу на Lp_i (13).

$$Rm_i = f(Lp_i) = f(Lr_i, Lt_i) \quad (13)$$

де Lr_i – ідентифікація ризиків Lr i-ого інфраструктурного проєкту, програми та портфелю проєктів; Lt_i – визначення загроз Lt i-ому інфраструктурному проєкту, програмі та портфелю проєктів.

Управління ризиками Rm_i, включає функції ідентифікації ризиків Lr_i і визначення загроз Lt_i, в процесі управління інфраструктурними проєктами, програмами та портфелями проєктів включає складові оцінки ризиків

настання загрози та ймовірність настання самого ризику. Для цього застосовуються статистичні методи, методи експертних оцінок, визначається ймовірний вплив можливих наслідків впливу ризиків (технічних, фінансових, часових та ін.) на імплементацію інфраструктурних проєктів, програм та портфелів проєктів, здійснюється ранжування ризиків через ймовірність настання, визначаються критичні ризики, що потребують створення та застосування підходів для їх мінімізації, проводиться постійна переоцінка ризиків та моніторинг їхнього стану. Формалізуємо залежність виразом (14).

$$Ra_i = \langle Re_i, Rq_i \rangle \tag{14}$$

де Ra_i – оцінка ризику *Ra i*-ого проєкту; Re_i – інтегральна оцінка наслідків впливу загроз *Re* для *i*-ого проєкту, програми або портфеля; Rq_i – ймовірність настання ризику *Rq* для *i*-ого проєкту. Наступним блоком моделі є блок ініціації формування захисного механізму інфраструктурних проєктів, програм та портфелів проєктів. Він включає накопичену базу даних та базу знань про моношаблони Lp_i, ризики та загрози, їх потенційний вплив на різні етапи функціонування моношаблонів, ймовірність виникнення та заходи протидії. Зазначені інформаційні ресурси застосовуються в процесі синтезу проєктів захисту (15).

$$Dj_i = Md_i(Db, Dk, Lp_i, Ra_i) \tag{15}$$

де Dj_i –проєкт захисту *Dj i*-ого проєкту; Md_i – механізм ініціації *Md i*-ого проєкту; *Db* – база даних; *Dk* – база знань.

$$Md_i = \langle Dt_i, Dc_i, Dp_i, Da_i \rangle \tag{16}$$

де Dt_i – інструментарій захисту *Dt i*-ого проєкту; Dc_i – відбір типового адаптивного моношаблону *Dc i*-ого проєкту; Dp_i – пріоритезація захисту *Dp i*-ого проєкту; Da_i – стан адаптації моношаблонів *Da i*-ого проєкту. Адаптивний моношаблон проєктів захисту є гнучкою, проте стандартизованою структурою здатною адаптовуватися до індивідуальних та колективних вимог проєктів та програм. Проте в процесі адаптації моношаблон під впливом факторів зовнішнього та внутрішнього проєктного середовища протистоїть відхиленням проєкту – факторам, що здійснюють прямий чи опосередкований негативний вплив на якість моношаблону та впливають на успішність впровадження проєкту загалом. Здатність адаптивного моношаблону протистояти та здійснювати опір відхиленням відбувається в процесі навчання моношаблону і формування імунітету та резистентності. Однак для кожного індивідуального проєкту захисту цей процес відбуватиметься із різними рівнем наслідків для успішної реалізації проєкту протягом різних фаз життєвого циклу. Формалізовано запишемо процес виразом (17).

$$Dm_i^{(k)} = A\left(Dt_i, Dv_i, F_i^{(k)}\right) \tag{17}$$

де $Dm_i^{(k)}$ – адаптивний моношаблон *Dm* проєкту захисту *i*-ого об'єкту на *k*-ій фазі життєвого циклу; Dv_i – множина відхилень *Dv i*-ого проєкту захисту; $F_i^{(k)}$ – фаза життєвого циклу $F^{(k)}$ *i*-ого проєкту. Відхилення проєкту D_{vi} мають різний вплив на різних фазах життєвого циклу проєкту F_k. Життєвий цикл проєктів захисту опишемо виразом (18).

$$F_i^{(k)} \in \{F_1, F_2, F_3, F_4\} \tag{18}$$

де F_1 – фаза ініціації проєктів захисту; F_2 – фаза планування; F_3 – фаза практичної реалізації; F_4 – фаза введення в експлуатацію та функціонування проєкту – стан забезпечення безпеко-орієнтованого середовища функціонування.

На k-ій фазі життєвого циклу i-ого проєкту проводиться моніторинг Mo та здійснюються 3 основні контролюючі процеси: оцінка впливу De на i-ий проєкт, аналіз впливу Dl на i-ий проєкт та верифікація наслідків впливу Dw на i-ий проєкт (19).

$$Mo_i^{(k)} = \{De_i, Dl_i, Dw_i\} \tag{19}$$

За результатами моніторингу та контролюючих процесів не усі адаптивні моношаблони i-ого проєкту захисту Lp_i досягають вимог та відповідних параметрів, що дозволяють дійти до фази F_4 та забезпечити функціонування безпеко-орієнтованого середовища. Моношаблони, що відсіюються на різних фазах, можуть доопрацьовуватися, зазнавати змін, та повторно реалізовуватися. В такому разі значно збільшуються ресурсозатрати для їх реалізації, а основним недоліком залишається стан безпеки, що вчасно не буде досягнутим. Досягнення стану безпеки інфраструктурних проєктів, програм та портфелів проєктів, за результатами формування захисного механізму – впровадження проєктів захисту із застосуванням адаптивних моношаблонів є комплексним завданням. Формування захисного механізму для забезпечення стану безпеки Lp_i на 4 фазі життєвого циклу проєкту потребує розробки додаткової моделі безпеко-орієнтованого середовища його функціонування (рис. 14).

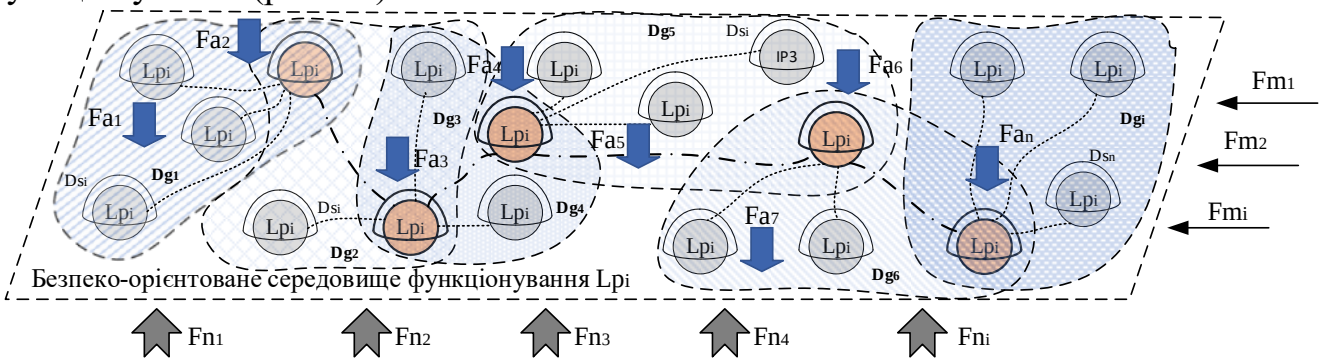


Рисунок 14 – Модель-схема безпеко-орієнтованого середовища функціонування захисного механізму інфраструктурних проєктів, програм та портфелів проєктів

До компонентів модель-схеми віднесемо захисні механізми Lp_i, що відображають різного типу інфраструктурні проєкти, програми та портфелі проєктів (з різним типом небезпеки, масштабу, впливу) із специфікою функціонування та індивідуальними безпеко-орієнтованими підходами до захисту.

Усі Lp_i пов'язані мережевими зв'язками на різних рівнях (локальному та загальному), що поєднують Lp_i в загальну систему. На кожному локальному рівні Lp_i сегрегуються за рівнем важливості та небезпеки. Формування безпеко-орієнтованого середовища включає різні рівні захисту і заходів для досягнення мети – забезпечення стану захисту та безпеки (протоколи безпеки, управління ризиками, технологічні рішення та ін.). Система з різними рівнями ієрархії і впливу формує складну структуру безпеко-орієнтованого середовища Lp_i.

Результат реалізації механізму захисту передбачає функціонування системи індивідуального Ds_i та групового типу Dg_i захисту, що формують безпеко-

орієнтоване середовище. Локальний Ds_i – індивідуальний захист *Ds i*-ого проєкту, Dg_i – груповий захист *Dg*, який передбачає створення безпекових умов для групи *i*-их проєктів, що мережево пов'язані в регіональному аспекті. Для особливо важливих Lp_i захист забезпечується додатковим покриттям 2 чи більше Dg_i. На безпеко-орієнтоване середовище Lp_i, системи захисту Ds_i та Dg_i постійно відбувається вплив зовнішніх та внутрішніх факторів впливу m_i (Fm_1, Fm_2, ... Fm_i). До зовнішніх факторів впливу a_i (Fa_1, Fa_2, ... Fa_i) відносяться зовнішні загрози та ризики, військові дії, економічні, політичні та ін. До внутрішніх факторів впливу n_i (Fn_1, Fn_2, ... Fn_i) віднесемо технологічні процеси, ресурси, термісторичну складову, турбулентне середовище, людський фактор та ін.

Таким чином модель-схема безпеко-орієнтованого середовища функціонування захисного механізму Lp_i відображає комплексний підхід для забезпечення стану безпеки, що орієнтується на інтеграцію множини елементів управління і захисту в єдину систему, що здатна реагувати на виклики впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ проєкту.

Четвертий розділ **«Інноваційні моделі програм поствоєнного відновлення інфраструктури України»** стосується програм відновлення регіональних та територіальних систем на макро, мікро та природньому рівнях, зокрема із застосуванням гібридних моделей управління. На сьогодні кризові явища (аварії, нештатні ситуації, воєнні дії та гібридні загрози), що впливають на об'єкти інфраструктури (пожежі, землетруси, обвали будівлі, теракти, ракетно-дронові та кібератаки, збої в роботі інформаційних систем, тощо) є звичайним явищем. В останні роки в Україні та світі трапилася велика кількість таких подій, що мали значний негативний вплив на життєдіяльність населення і територій (табл. 3).

Таблиця 3 – Кризові явища на об'єктах критичної інфраструктури

Дата	**Об'єкт**	**Вид загрози**	**Наслідки**	**Можлива першопричина**
18.02.11р.	ТРЦ «SkyMall» (Київ, Україна)	Обвал конструкції даху будівлі	Значні пошкодження торгових площ, понад 500 м^2	Помилки проєктування та монтажу будівельних конструкцій
30.10.15	Розважальний центр «Colectiv» (Бухарест, Румунія)	Пожежа	Загинуло 64 особи, 146 поранених	Перевищення допустимої кількості осіб у розважальному закладі та використання піротехнічних засобів
27.06.22	ТРЦ «Amstor» (Кременчук, Україна)	Ракетний удар (Х-22)	Понад 20 загиблих, десятки поранених, масштабні руйнування та пожежа	Удар ракетами по цивільному об'єкту

14.01.23	Багатоквартирний будинок (Дніпро, Україна)	Ракетний удар (Х-22)	Понад 46 загиблих, 80 поранених, зруйновано під'їзд і сотні квартир	Удар крилатою ракетою по житловій забудові
17.11.24	Регіональні енергетичні об'єкти (регіони України)	Масована ракетно-дронова атака на енергетичні об'єкти	Загальні жертви по країні, масштабні багатогодинні відключення електропостачання, пошкодження інфраструктури	Скоординована атака з метою виведення енергосистеми напередодні опалювального сезону
14.02.25	Чорнобильська АЕС / Новий безпечний конфайнмент (Україна)	Атака БПЛА (удар по оболонці «New Safe Confinement»)	Пошкодження захисної конструкції; пожежа, значні витрати на ремонт та ризики для безпеки	Влучення бойового дрона у зовнішню оболонку; військова/гібридна операція, яка зачіпає ядерні об'єкти
03.04.25	Критична інфраструктура (сектор кібербезпеки, державні агенції)	Кібер-атаки з витоком даних	Зловмисне проникнення, компрометація Держреєстрів України	Використання цифрових методів у війні через кіберпростір

Оскільки прикладна реалізація будь якого проєкту розпочинається на стадії планування проєкту, то існує необхідність вже на стадії планування формувати успішні передумови для забезпечення безпечних параметрів реалізації інфраструктурних проєктів, з метою забезпечення безпеки життєдіяльності населення і територій. Для цього доцільно на стадії планування проєкту забезпечити формування центру управління проєктом, який відповідатиме за адаптації та сегрегацію можливих сценаріїв розвитку подій проєкту впродовж життєвого циклу проєкту (рис. 15).

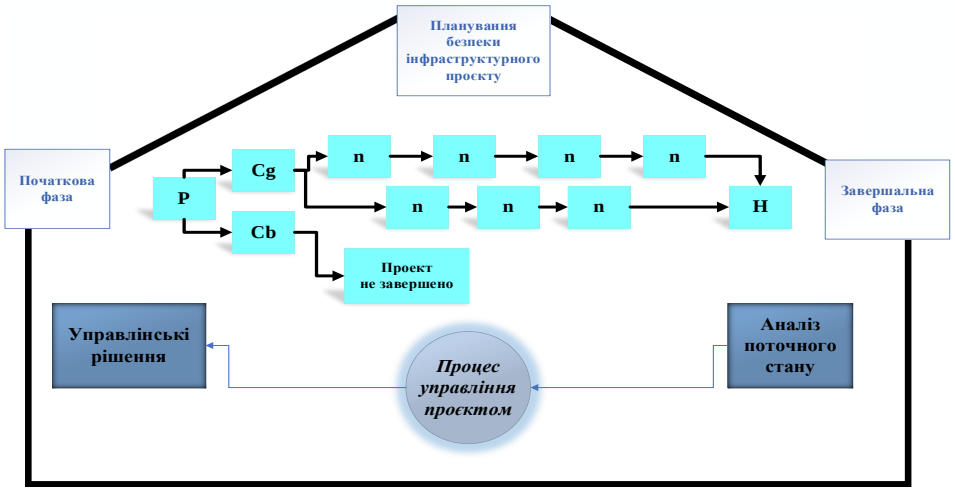


Рисунок 15 – Модель – схема управління інфраструктурними проєктами на стадії планування

де Pg_i – вхідні параметри Pg i-ого проєкту; n – нефіксована кількість задач проєкту із урахуванням типового набору задач із впровадження інфраструктурного проєкту та можливого додаткового набору специфічних параметрів; Cg_i – розвиток i-ого проєкту за успішним сценарієм Cg; Cb_i – розвиток

i-ого проєкту за негативним сценарієм *Cb*; *H* – вихідні дані продукту проєкту. Формально модель можна записати виразом (20).

$$Pg_i \xrightarrow[n]{Cg_i} H, \quad Pg_i \xrightarrow[n]{Cb_i} H', \quad H' \neq H \tag{20}$$

Дана модель описує процес управління інфраструктурним проєктом на стадії планування, дозволяє здійснити прогнозування та вказує на можливу біфуркацію розвитку подій проєкту:

1. Позитивний – за умови впровадження безпекового управління інфраструктурним проєктом та врахування параметрів безпеки – проєкт буде реалізований відповідно до розробленого планування.

2. Негативний – за умов негативного впливу турбулентного проєктного середовища, неповноцінної оцінки загроз проєкту на стадії планування, на проєкт будуть впливати фактори, що стимулюватимуть невизначеність і хаотичність управлінських рішень. Це призведе до точки незворотності і не завершення проєкту, високою ймовірністю виникнення кризових подій та надзвичайних ситуацій на об'єкті інфраструктурного проєкту, що в свою чергу підвищує ймовірність травмування або загибелі людей.

Проблематика прогнозування та запобігання хаосу в даному контексті полягає в тому, що він є детермінованою нелінійною динамічною системою та може продукувати результати, які здаються випадковими і не завжди можуть бути враховані на етапі планування проєкту. Хаотична система має фрактальну розмірність та здатність до виявлення чутливих залежностей від початкових умов.

Із урахуванням вищенаведеного для забезпечення умов розвитку проєкту по першому сценарію нами на основі проєктного аналізу представлена модель-схема залежностей параметрів безпеки інфраструктурного проєкту (рис. 16). Ця модель передбачає впровадження безпекового управління та урахування параметрів безпеки інфраструктурного проєкту, що усуває проблему щодо реалізації проєкту та відповідно аналізує можливість оптимального реагування на надзвичайні ситуації та кризові явища.

Рисунок 16 – Модель – схема параметрів безпеки інфраструктурних проєктів

Для більш детального ознайомлення з принципами надійного функціонування інфраструктурних проєктів при проєктно-організаційному та безпековому

управлінні та способами реагування на надзвичайні ситуації, кризові явища та гібридні загрози, рекомендовано дотримуватися вимог визначення умов проєктного вибору, тобто параметрів безпеки та інших параметрів реалізації інфраструктурного проєкту з урахуванням встановлених чи прогнозованих умов його застосування.

Зокрема пропонується використання віртуальних сервісів – офісів з управління проєктами, які дозволятимуть відслідковувати взаємодію елементів управління параметрами безпеки та оперативно моделювати прогноз розвитку проєкту і враховувати параметри безпеки на різних етапах його реалізації, що безперечно може бути досягнуто шляхом розробки та використання спеціалізованого програмного забезпечення (рис. 17).

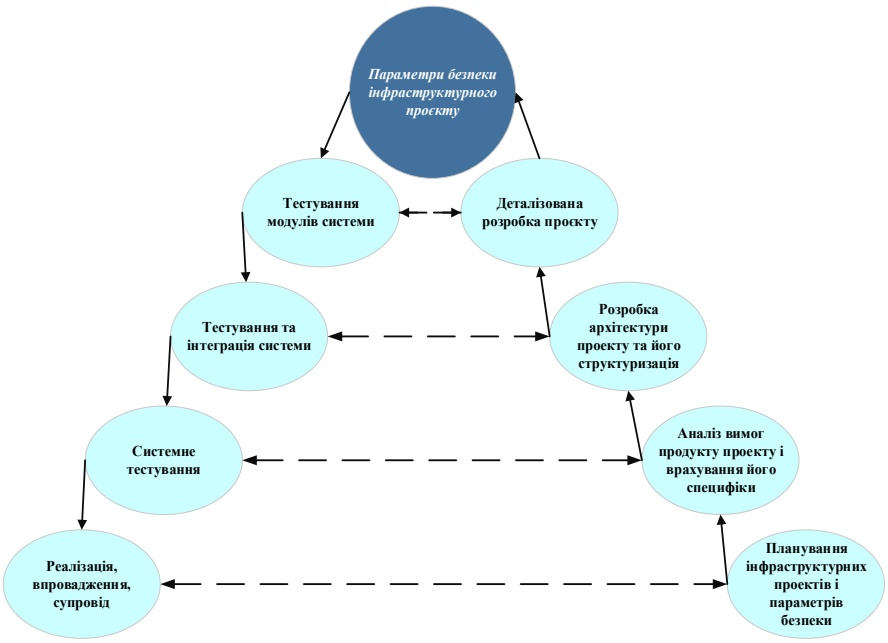


Рисунок 17 – Модель-схема взаємодії елементів віртуального офісу планування параметрів безпеки при реалізації інфраструктурних проєктів

Програми поствоєнного відновлення на мікрорівні охоплюють реалізацію інфраструктурних девелоперських проєктів щодо відбудови житлових, соціальних, комерційних об’єктів, зокрема критичної інфраструктури відповідно до оновлених безпекових стандартів, застосування безпекового управління, дотримання норм енергоефективності і цілей сталого розвитку. Управління безпекою в інфраструктурних проєктах девелопменту пропонується розглядати, як низку заходів, обмежених часовими та фінансовими ресурсами, спрямованих на досягнення цілей та результатів ефективного функціонування інфраструктури.

Щодо вимог до безпеки продукту інфраструктурних проєкту девелопменту, можемо відзначити таке (рис. 18):

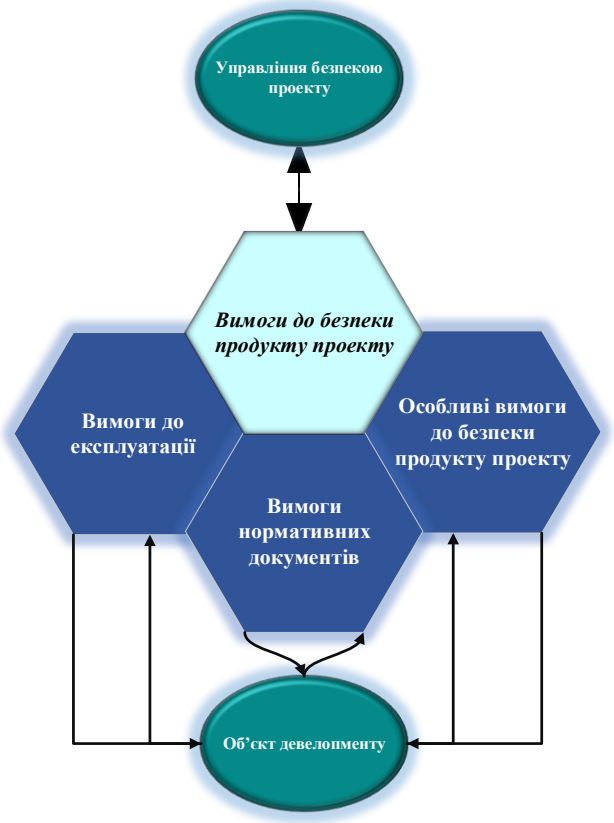


Рисунок 18 – Модель-схема управління безпекою проєкту девелопменту

– вимоги до експлуатації: необхідно розробити правила його безпечної експлуатації; вимоги до охорони праці тощо;

– вимоги нормативних документів: згідно з нормативними нормами та правилами України, зокрема ДБН, ДСТУ та ін.;

– особливі вимоги до безпеки продукту інфраструктурного проєкту: забезпечення надійного функціонування усіх систем життєзабезпечення продукту інфраструктурного проєкту, враховуючи усі можливі ризики проєкту.

Доцільним є застосування інтегрованого підходу, не лише до управління стандартними параметрами проєкту (час, кошти, ресурси, обсяг, якість заходів), але й до рівнів безпеки (рис. 19), що дасть можливість оптимізовувати їх застосування та підвищити ефективність управління змінами в інфраструктурних проєктах девелопменту.

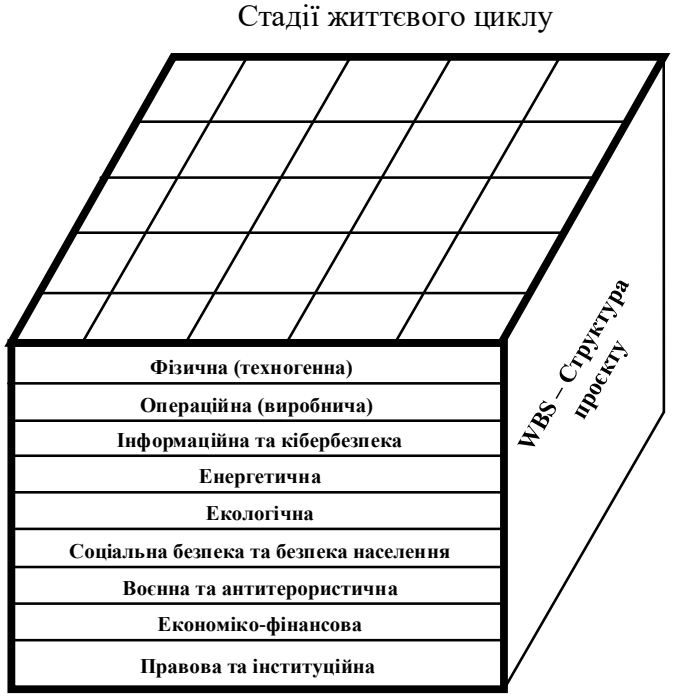


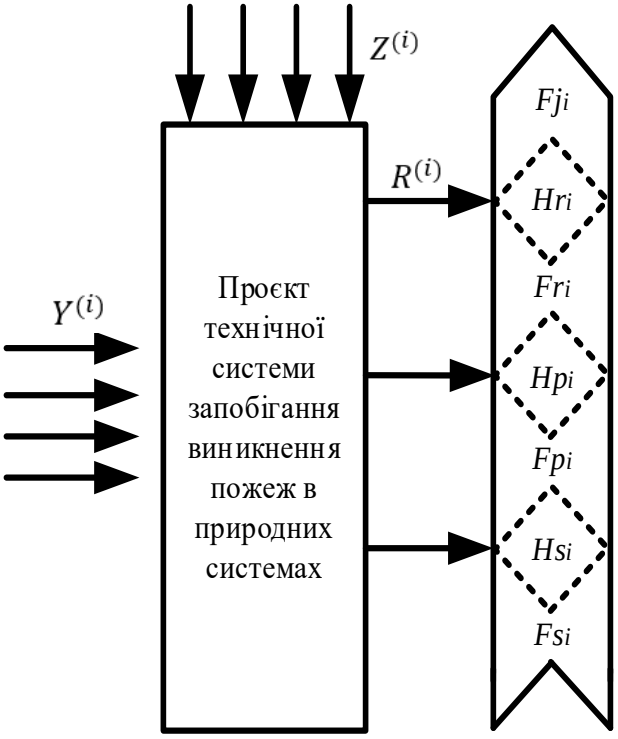
Рисунок 19 – Модель декомпозиції безпеки інфраструктурних проєктів девелопменту

Програми відновлення природних системи є невід'ємною частиною складних інноваційних моделей поствоєнного відновлення України. Військові дії, гібридні загрози та кризові явища завдали значної шкоди екосистемі держави (табл. 4), тому інноваційні підходи до відновлення інфраструктури повинні базуватися на принципах природоорієнтованих підходів, екологічної стійкості та «зеленого будівництва».

Таблиця 4 – Порушення екосистем в умовах війни в Україні

Дата	Об'єкт	Вид порушення/ збитку	Наслідки
2022-т.ч.	Уся зона бойових дій в Україні	Підрив греблі ГЕС	Понад 20 000 км^2 мають пошкодження на понад 75%, в зоні загрози > 180000 км^2
06.06. 2023	Каховська ГЕС (Херсонська область, Україна)	Підрив греблі ГЕС	Масоване затоплення територій, витік важких металів, знищення екосистеми, водоресурсів, загибель людей та тварин
2023-2025	Лісові масиви у зоні бойових дій	Підпали, вибухи, мінування	Забруднення ґрунтів, знищення лісів

Враховуючи багатофакторність та постійну зміну динаміки та багатовекторність розвитку пожеж в природних системах (на прикладі лісових) формуються нестандартні умови функціонування технічної системи в яких операційні команди не справляються із оперативним прийомом управлінських рішень, що в свою чергу вимагає застосування проєктного підходу та безпеко-орієнтованого управління до процесу запобігання на стадії планування проєкту технічної системи.



Формально цей процес можна представити у вигляді кібернетичної моделі «чорного ящика» (рис. 20).

Рисунок 20 – Кібернетична модель типу «чорний ящик» при прийнятті управлінських рішень для впровадження проєкту технічної системи запобігання виникнення пожеж в природних системах

де Fs_i – фаза ініціації *Fs* *i*-ого проєкту технічної системи; Fp_i – фаза планування *Fp* *i*-ого проєкту технічної системи; Fr_i – фаза практичної реалізації *Fr* *i*-ого проєкту технічної системи; Fj_i – фаза завершення *Fj* *i*-ого проєкту (введення в експлуатацію технічної системи); n_i – проєкт програми портфелів технічної системи; Hs_i – перехідна підфаза між фазами ініціації та планування *Hs* *i*-ого проєкту технічної системи; Hp_i– перехідна підфаза між фазами планування та практичної реалізації *Hp* *i*-ого проєкту технічної системи; Hr_i – перехідна підфаза між фазами практичної реалізації та фази завершення *Hr* *i*-ого проєкту (введення в експлуатацію технічної системи); $Y^{(i)}$ – множина запланованих факторів, що впливають на *i*-ий проєкт технічної системи; $Z^{(i)}$ – множина позаштатних факторів, що впливають на якість реалізації *i*-ого проєкту технічної системи; $R^{(i)}$ – множина управлінських рішень, що формують модифікацію факторів впливу на *i*-ий проєкт внаслідок застосування безпеко-орієнтованого підходу до управління проєктом технічної системи.

Представлена модель відображає множину параметрів, які впливають на процес формування проєкту технічної системи запобігання виникненню пожеж в природних системах (на прикладі лісових) в умовах невизначеності, де: $Y^{(i)}$ – множина *n* факторів *Y*, які враховані при плануванні *i*-ого проєкту технічної системи запобігання виникненню пожеж в природних системах (на прикладі лісових):

$$Y^{(i)} = \left\{Y_1^{(i)}, Y_2^{(i)}, \ldots, Y_n^{(i)}\right\}, \text{ при } i \in \{1, \ldots, n\} \qquad (21)$$

$Z^{(i)}$ – множина *n* позаштатних факторів *Z*, що впливають на *i*-ий проєкт технічної системи запобігання виникненню пожеж в природних системах (на прикладі лісових):

$$Z^{(i)} = \left\{Z_1^{(i)}, Z_2^{(i)}, \ldots, Z_n^{(i)}\right\}, \text{ при } i \in \{1, \ldots, n\} \qquad (22)$$

Таким чином, множина прийнятих управлінських рішень $R^{(i)}$ лежить на перетині цих множин і враховує всі можливі варіанти, при $i \in \{1,\dots,n\}$.

$$R^{(i)} = Y^{(i)} \cap Z^{(i)} = \left\{ r_j^{(i)} | r_j^{(i)} \in Y^{(i)} \wedge r_j^{(i)} \in Z^{(i)} \right\} \quad (23)$$

де $r_j^{(i)}$ – j-е управлінське рішення r в межах i-ого проєкту.

Однією із важливих особливостей реалізації проєкту технічної системи такого типу є життєвий цикл. Відповідно до міжнародної стандартизації з управління проєктами, програмами та портфелями проєктів P2M, PMBOK, PRINCE2 , життєвий цикл формується із 4 фаз: фази ініціації проєкту, фази планування, фази реалізації проєкту, фази завершення проєкту. У цьому типі проєкту технічної системи в базових фазах формуються перехідні підфази, вузькі місця проєкту, які отримують найбільший ризик навантаження та впливу різноманітних планових та позапланових факторів, що безпосередньо впливають на успіх впровадження проєкту в цілому.

$$P = \{Hs_i, Hp_i, Hr_i\}, \begin{cases} Hs_i : Fs_i \longrightarrow Fp_i \\ Hp_i : Fp_i \longrightarrow Fr_i \\ Hr_i : Fr_i \longrightarrow Fj_i \end{cases} \quad (24)$$

Ці підфази є переходами між блоками фаз з однієї в іншу. Вони мають свої часові рамки, що залежать від моношаблонів, адаптованих для кожного регіону, відповідно до їх параметрів, під безпосереднім впливом турбулентного внутрішнього та зовнішнього середовища проєкту (змінних параметрів моношаблону, факторів реактивності та проактивності), учасників проєкту, нормативно-правової бази та оперативно-управлінських рішень, ресурсозатрат.

На основі комплексного дослідження процесів запобігання виникненню пожеж в природних системах (на прикладі лісових) в Україні та світі, застосування елементів системного аналізу та інструментарію безпеко-орієнтованого управління проєктами, програмами та портфелями проєктів технічних систем ми сформували модель безпеко-орієнтованого управління проєктом технічної системи запобігання виникненню пожеж в природних системах (на прикладі лісових) (рис. 21).

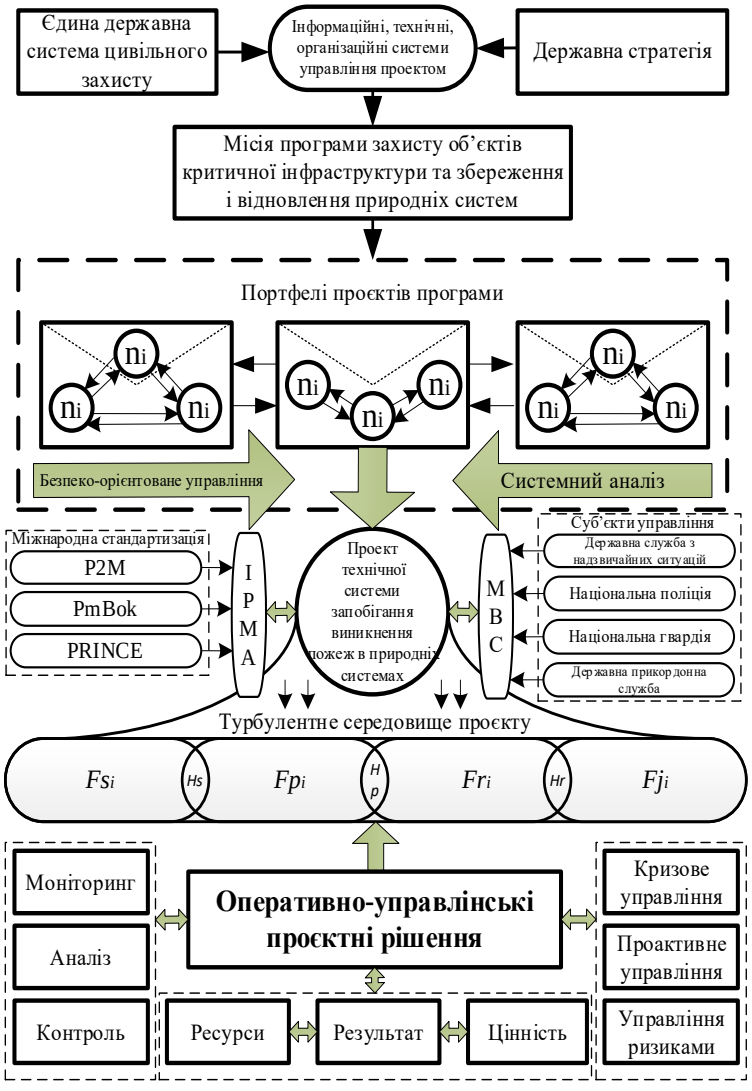


Рисунок 21 – Модель безпеко-орієнтованого управління проєктом технічної системи запобігання виникненню пожеж в природних системах

Розроблена модель інтегрує існуючий функціональний блок ЄДСЦЗ, який згідно із державною стратегією та використовуючи інструментарій інформаційно-технічної системи управління, формує, відповідно до місії програми захисту об'єктів критичної інфраструктури та збереження і відновлення природних систем навколишнього природного середовища, портфелі проєктів програми, де базовим проєктом є розроблений та запропонований проєкт технічної системи запобігання виникненню лісових пожеж в природних системах.

$$\{Sj_i, Cp_i, Tp_i\} \Rightarrow Mp_i \Rightarrow Pj_i = \{n_i | i = 1 \dots, N\} \Rightarrow St_i, \quad (25)$$

де Tp_i – засоби управління Tp i-им проєктом (інформаційні, технічні, організаційні системи); St_i – i-а технічна система запобігання виникненню пожеж в природних системах St; Cp_i – i-ий функціональний блок Cp ЄДСЦЗ; Sj_i – i-а розроблена та прийнята державна стратегія Sj; Mp_i – i-а місія Mp програми захисту об'єктів критичної інфраструктури, збереження і відновлення природних систем навколишнього природного середовища; Pj_i – i-ий портфель Pj проєктів/програми; n_i – i-ий проєкт, що входить в програму проєктів захисту об'єктів критичної інфраструктури, збереження і відновлення природних систем навколишнього природного середовища.

Оперативно-управлінські проєктні рішення складаються із трьох блоків управління: Перший блок – це моніторинг поточного стану проєкту, аналіз отриманих даних та контроль виконання рішень. До другого блоку відносяться ресурси, залучені до реалізації проєкту технічної системи, формування і розуміння бажаної цінності продукту проєкту, що формують його результат. Третій управлінський блок складається із застосування елементів кризового управління, ризик ідентифікації, запобігання та управління ними і застосування елементів проактивного управління, що характеризується чіткою спланованістю оперативних управлінських дій, в іншому випадку застосовується реактивне управління, що визначається непередбачуваними зовнішніми обставинами впливу на проєкт.

$$Om_i = f(M_i, A_i, C_i, R_i, S_i, V_i, Cm_i, Pr_i, Rm_i), Om_i \Rightarrow St_i, Om_i \subset (Us_i, Ms_i), \quad (26)$$

де St_i – i-а технічна система запобігання виникненню пожеж в природних системах St; Us_i – використання i-ого міжнародного стандарту Us з управління проєктами, програмами та портефлями проєктів; Ms_i – суб'єкт Ms управління i-им проєктом; Om_i – оперативно-управлінські рішення Om в i-ому проєкті; M_i – моніторинг i-ого проєкту; A_i – аналіз i-ого проєкту; C_i – контроль i-ого проєкту; R_i – ресурси i-ого проєкту; S_i – результат отримання продукту i-ого проєкту; V_i – цінність i-ого проєкту; Cm_i – кризове управління Cm i-им проєктом; Pr_i – проактивне управління Pr i-им проєктом; Rm_i – управління ризиками Rm i-ого проєкту.

Головна мета полягає в тому, щоб запустити та реалізувати пілотні проєкти поствоєнного відновлення і розвитку територіальних систем за допомогою механізмів конвергенції, які передбачають участь приватних компаній, публічної влади та експертів з інших країн (рис. 22). Сформовано залежність (27).

$$Lz_i = \{Lb_i, Lg_i, Lu_i\} \quad (27)$$

де Lz_i – запуск та реалізація пілотного Lz i-ого проєкту; Lb_i – участь i-ого приватного бізнесу Lb в i-ому проєкті; Lg_i – участь органу публічної влади Lg в i-ому проєкті; Lu_i – участь міжнародних експертів Lu в i-ому проєкті.

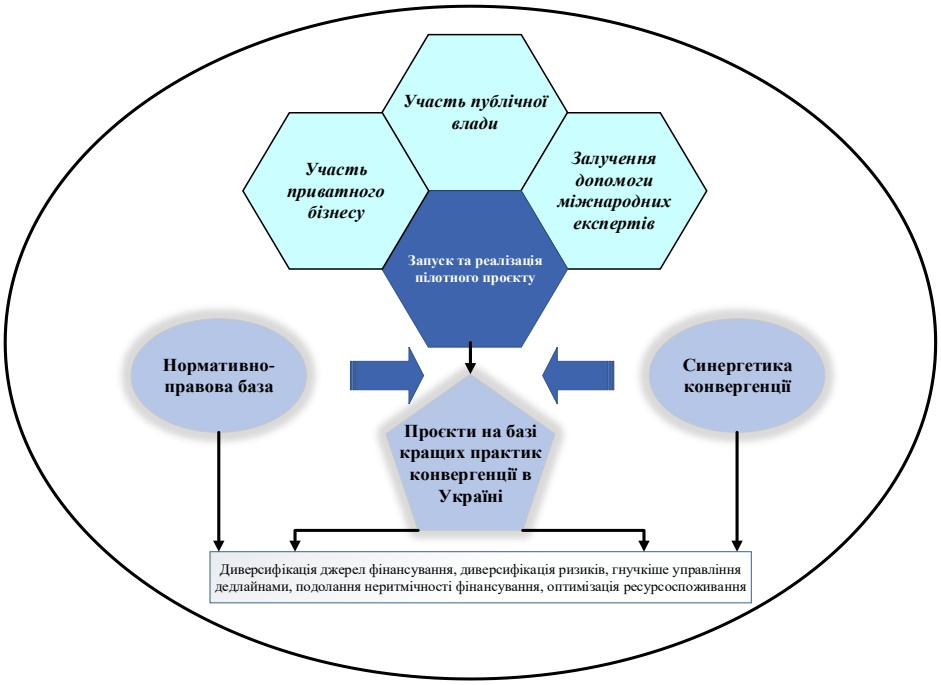


Рисунок 22 – Модель-схема факторів впливу перешкод на імплементацію конвергентних методологій в управлінні проєктами поствоєнного відновлення територіальних систем

У процесі впровадження пілотного проєкту поствоєнного відновлення територіальних систем враховується вплив факторів синергетики конвергенції, а також вимоги до нормативно-правової бази, необхідної для його регулювання. Кращі практики конвергенції в Україні беруть участь у цьому процесі. Ми запишемо цю залежність виразом (28).

$$Pk_i = \{Sk_i, Jk_i, Lz_i\} \quad (28)$$

де Pk_i – i-ий проєкт на основі найкращих практик конвергенції Pk в Україні; Sk_i – синергетика конвергенції Sk i-ого проєкту; Jk_i – нормативно-правова база Jk i-ого проєкту. Однак, на даному етапі реалізація проєктів поствоєнного відновлення конвергенції потребує постійної диверсифікації. Він супроводжується фінансовими елементами проєкту, а також ризиками, що виникають, гнучким управлінням дедлайнами та оптимізацією ресурсозатрат. Запишемо залежність виразом (29).

$$Dy_i = \{Sk_i, Pk_i, Jk_i\}, n \in \{1, \dots, N\} \quad (29)$$

де Dy_i – процес диверсифікації джерел фінансування Dy i-ого проєкту, подолання його неритмічності та ризиків, оптимізації ресурсозатрат та гнучкості управління дедлайнами.

Управління проєктами поствоєнного відновлення територіальних систем є складним процесом, який включає в себе багато організаційно-технічних процедур. Ускладнення процесу включають постійні зміни проєктного середовища, необхідність адаптації різних атипових (гібридних) підходів, методологій управління проєктами, програм і портфелів, а також необхідність врахування коефіцієнту конвергенції при плануванні проєкту.

Модель гібридного управління програмою проєктів поствоєнного відновлення територій розроблена на основі системного аналізу (рис. 23). В основі моделі лежить врахування коефіцієнта конвергенції. Коефіцієнт конвергенції застосовується у гібридному управлінні з метою забезпечення процесу управління програмами та проєктами поствоєнного відновлення територіальних систем, а також взаємодією з зацікавленими сторонами.

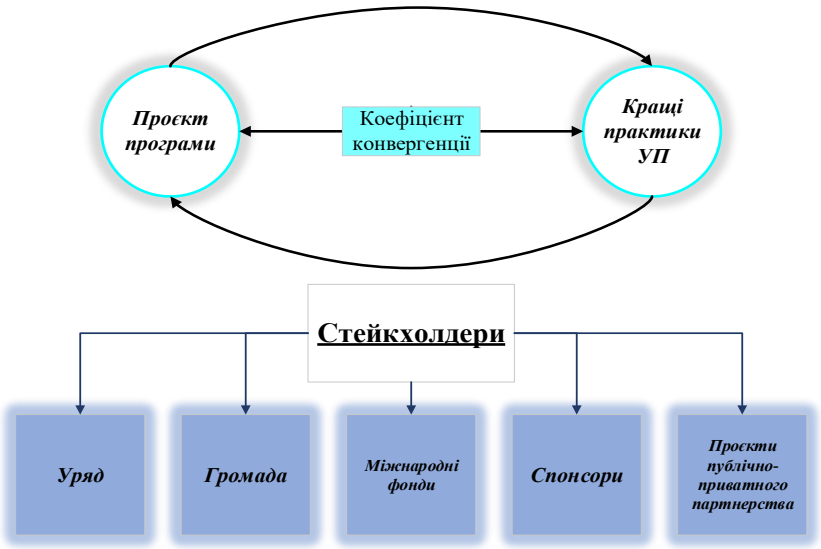


Рисунок 23 – Модель гібридного управління програмою проєктів поствоєнного відновлення територій

У програмі впровадження проєктів поствоєнного відновлення територій основними стейкхолдерами будуть уряд, громада, міжнародні фонди, спонсорська допомога та проєкти публічно-приватного партнерства, що запишемо залежністю (30).

$$Sh_i = \langle Lg_i, Lo_i, Lf_i, Sr_i, Ph_i \rangle \quad (30)$$

де Sh_i – множина стейкхолдерів *Sh* *i*-ого проєкту програми поствоєнного відновлення і розвитку територій; Lg_i – орган влади *Lg* залучений до реалізації *i*-ого проєкту програми; Lo_i – місцева громада *Lo* де реалізовується *i*-ий проєкт програми; Lf_i – міжнародний фонд *Lf* залучений до реалізації реалізації *i*-ого проєкту програми; Sr_i – спонсор *Sr* залучений до реалізації реалізації *i*-ого проєкту програми; Ph_i – *i*-ий проєкт публічно-приватного партнерства *Ph*.

Тріадна залежність елементів гібридного управління програмою проєктів поствоєнного відновлення територій виникає через те, що коефіцієнт конвергенції буде напряму залежати від використання кращих практик управління проєктами та програмами в процесі планування та реалізації. Дані практики включають традиційні структуровані проєкти та програми, а також взаємодію із зацікавленими сторонами (31).

$$Cj_i = f(Pu_i, Bj_i, Sh_i) \quad (31)$$

де Cj_i – коефіцієнт конвергенції *Cj* *i*-ого проєкту програми поствоєнного відновлення територій; Pu_i – *i*-ий проєкт програми поствоєнного відновлення територій *Pu*; Bj_i – кращі практики *Bj* управління *i*-им проєктом, програмами, портфелями проєктів.

Коефіцієнт конвергенції впливає на програму проєктів поствоєнного відновлення території впродовж усього життєвого циклу. Однак найбільший вплив із найбільшими можливими плюсами або мінусами здійснюється на стадії планування. Для вирішення цього впливу слід визначити основні перешкоди та труднощі, з якими стикається проєкт на життєвому циклі регіональної/територіальної системи громади.

Конвергентна модель гібридного управління проєктами соціально-економічного поствоєнного відновлення територій була розроблена на основі даних особливостей і впливу коефіцієнта конвергенції на проєкт. Це дозволяє визначати основні проблеми та виклики в життєвому циклі регіональної/територіальної системи (рис. 24).

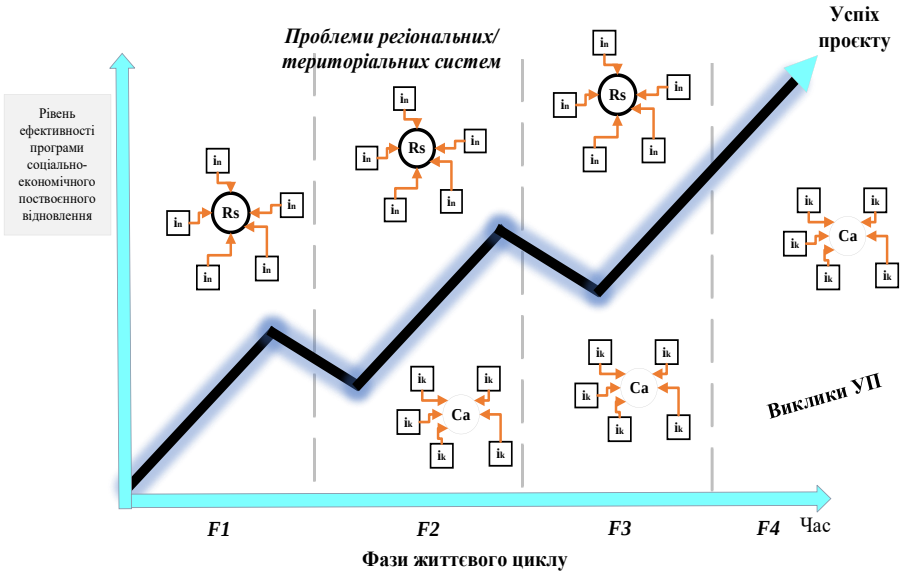


Рисунок 24 – Конвергентна модель гібридного управління проєктами соціально-економічного постконфліктного відновлення територій засобами ідентифікації основних викликів та проблем в життєвому циклі регіональної/територіальної системи

В основі моделі лежить потенційний розвиток життєвого циклу проєкту. Вплив часу та рівня ефективності програми соціально-економічного постконфліктного відновлення на життєвий цикл проєкту розвитку територій враховується в моделі. Гібридний вплив оточення проєкту формує проблеми функціонування системи в контексті регіональної чи територіальної складової впровадження проєктів, а також впливу викликів адаптації системи управління проєктами та програмами.

Регіональні/територіальні складові включають такі елементи, як особливості території, турбулентне середовище, термісторичні і соціально-економічні складові та інші. Вираз регіональної/територіальної складової (32).

$$Rs_i \Rightarrow Sc_i, \text{ при } \quad Rs_i \in \{i_1, i_2, \dots, i_n\} \tag{32}$$

де Rs_i – множина проблем *Rs* *i*-ої регіональної системи; Sc_i – рівень успіху *Sc* реалізації *i*-ого проєкту соціально-економічного постконфліктного відновлення територій шляхом визначення основних проблем і перешкод у життєвому циклі регіональної/територіальної системи; i_n – множина *n* регіональних систем *i* в процесі постконфліктного відновлення.

Враховуючи труднощі, які виникають під час життєвого циклу програм розвитку територій у гібридних умовах управління, ми виявили залежність (33).

$$Ca_i \Rightarrow Sc_i, \text{ при } \quad Ca_i \in \{i_1, i_2, \dots, i_k\} \tag{33}$$

де Ca_i – процес адаптації та трансформації *Ca* *i*-ого положення методології управління проєктами та програмами в гібридне управління проєктами соціально-економічного постконфліктного відновлення; i_k – множина *k* положення методології управління проєктами та програмами *i* в процесі адаптації та трансформації в гібридне управління проєктами соціально-економічного постконфліктного відновлення.

При цьому слід враховувати, що крива успіху впровадження проєкту буде змінюватися протягом його життєвого циклу через інтенсивність впливу факторів Rs_i або Ca_i. Це буде формувати відповідний рівень ефективності програми постконфліктного відновлення і соціально-економічного розвитку. Значення i_n та i_k будуть залежати від регіональних та територіальних характеристик впровадження проєкту та коефіцієнту конвергенції.

Розглянута проблема гібридного управління інфраструктурними проєктами та програмами на регіональному рівні дозволила розробити когнітивну модель

гібридного управління гібридними інфраструктурними проєктами та програмами на регіональному рівні, що дозволяє отримати синергетичний ефект з точки зору системи розробка – постпроєктний стан.

У п'ятому розділі **«Моделі та методи цифрової трансформації процесів формування команд в безпекових проєктах та структурах»** розглянуто безпеко-орієнтовані системи підготовки і тренінгів підрозділів та населення в умовах війни, особливості застосування інформаційних систем і технологій HR-менеджменту, цифровізації операційних процесів та формування KPI метрик ефективності членів безпекових команд.

Використання інноваційних технологій на базі web-застосунків вже давно і з успіхом використовується для підготовки фахівців технічних спеціальностей у світі. Для того, щоб забезпечити якісний рівень кваліфікації фахівців, що отримали освіту раніше і нині працюють у системі забезпечення безпеки, необхідно впроваджувати інноваційну концепцію управління освітніми проєктами із використанням віртуального ситуаційного центру. Модель перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців підрозділів та населення в умовах війни має базуватися на принципах дистанційного та комбінованого навчання.

Віртуальний ситуаційний центр є освітнім проєктом і як усі проєкти, формується з набору базових структурних елементів, ідентифікованої мети створення, має ресурсні обмеження та реалізовується в ході виконання фаз проєкту. Він формується із комплексу проєктних заходів, які реалізовуються в умовах структуризації проєкту та управління ризиками. Базовими серед яких є детальне планування проєкту, аналіз та оптимізація конструктивних елементів проєкту, моніторинг та контроль параметрів його функціонування, плануючі та контролюючі заходи проєктного управління. Враховуючи особливості впровадження освітніх проєктів та важливість координації управлінських дій проєктним офісом підтримки ми сформували комунікаційну модель-схему управління проєктом, ядром якої є віртуальна платформа управління комунікації проєкту створення віртуального ситуаційного центру (рис. 25).

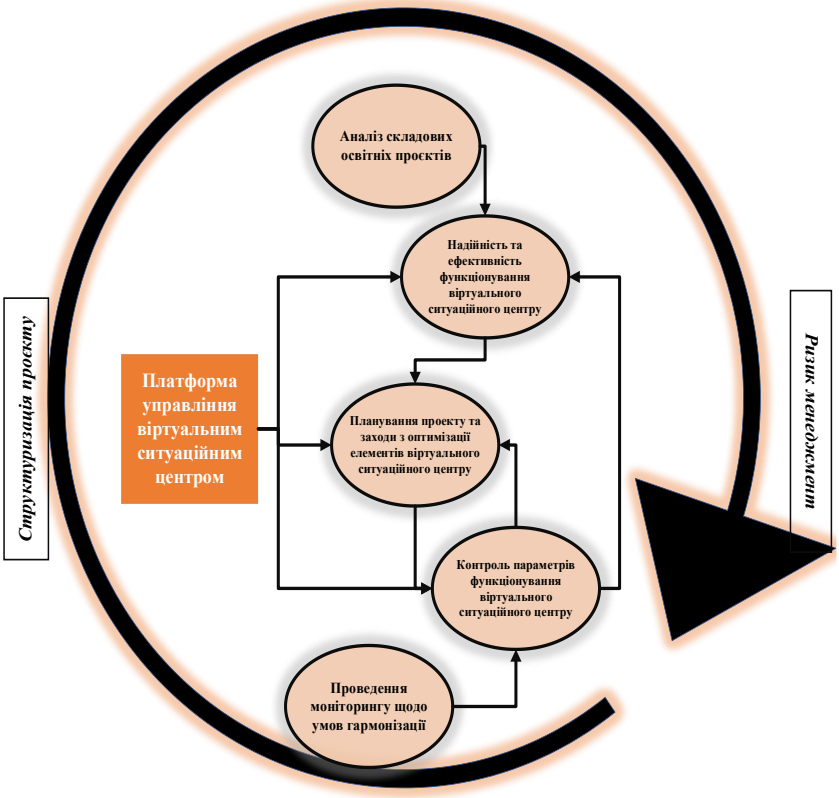


Рисунок 25 – Комунікаційна модель управління проєктом впровадження віртуального ситуаційного центру

Формально процес управління освітніми проєктами в безпеко-орієнтованих системах запишемо так:

$$Pv_i =< Ef_i; Pq_i; Cw_i > \quad (34)$$

де Pv_i – планування i-ого проєкту та заходи з оптимізації елементів Pv віртуального ситуаційного

центру; Ef_i – надійність та ефективність функціонування Ef i-ого віртуального ситуаційного центру; Pq_i – контроль параметрів функціонування Pq i-ого віртуального ситуаційного центру; Cw_i – платформа управління Cw i-им віртуальним ситуаційним центром. Компонент моделі Ef_i формує залежність:

$$Efi = f(Ap_i; Pq_i; Cw_i) \tag{35}$$

де Ap_i – аналіз складових Ap i-ого освітнього проєкту. Компонент моделі Pq_i формує залежність:

$$Pq_i = f(Pv_i; Mv_i; Cw_i) \tag{36}$$

де Mv_i – проведення моніторингу Mv щодо умов гармонізації i-ого проєкту. Важливим елементом моделі є зовнішнє проєктне середовище проєкту, взаємодію якого запишемо наступною залежністю:

$$Ea_i \Rightarrow < Rm_i; Sp_i > \tag{37}$$

де Ea_i – зовнішнє проєктне середовище Ea i-ого проєкту створення віртуального ситуаційного центру; Rm_i – ризик менеджмент Rm в процесі реалізації i-ого проєкту; Sp_i – структуризація Sp i-ого проєкту та його елементів.

Сучасні технології функціонування HRM систем та структуризація вимог до кандидатів дозволять виділити інформаційну систему, базу даних індивідуально-психологічних характеристик претендентів завдяки описаному індексному методу та системі підтримки прийняття рішень (СППР) для успішного формування команд в безпекових проєктах та структурах в умовах війни для виконання своїх професійних і службових обов'язків. На основі аналізу сформовано модель-схему формування команд в безпекових проєктах та структурах в умовах війни (рис. 26).

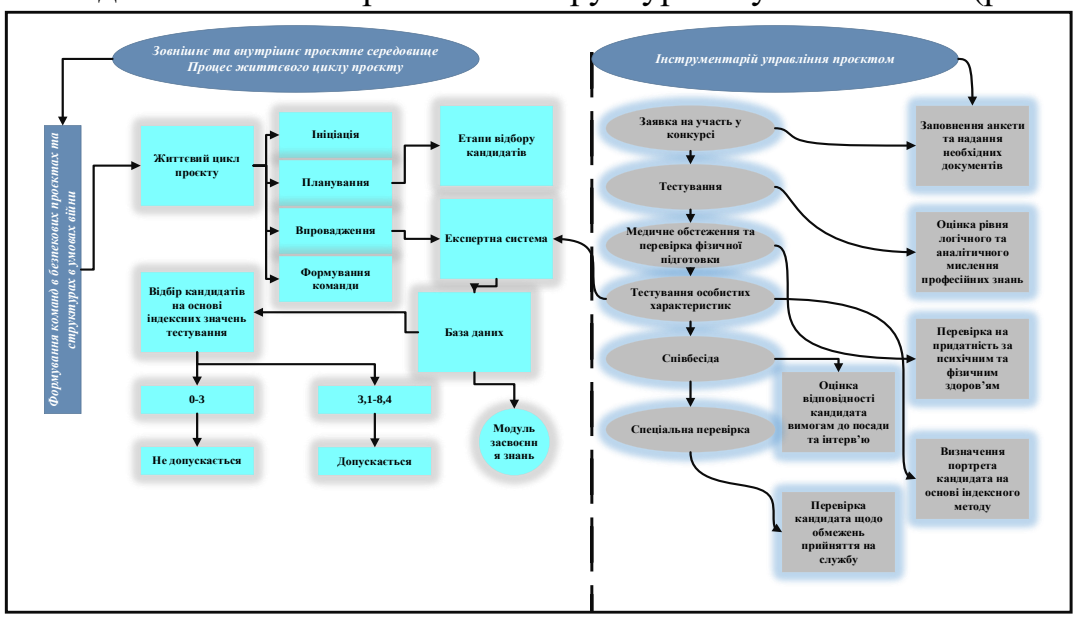


Рисунок 26 – Модель-схема формування команд в безпекових проєктах та структурах в умовах війни

Для рекрутингових систем підбір відповідних кандидатів до команди безпекових проєктів та структур є ключовим завданням. Експертна система зможе взяти на себе функції, які виконує працівник-фахівець (рекрутер), тим самим мінімізувавши людський фактор, виключити корупційну складову та компетентністно оцінити кандидатів у команду безпекових проєктів та структур.

Для розробки експертної системи для початку задано загальні індексні показники для безпекових формувань України: ЗСУ, правоохоронних органів та служби цивільного захисту (рис. 27).

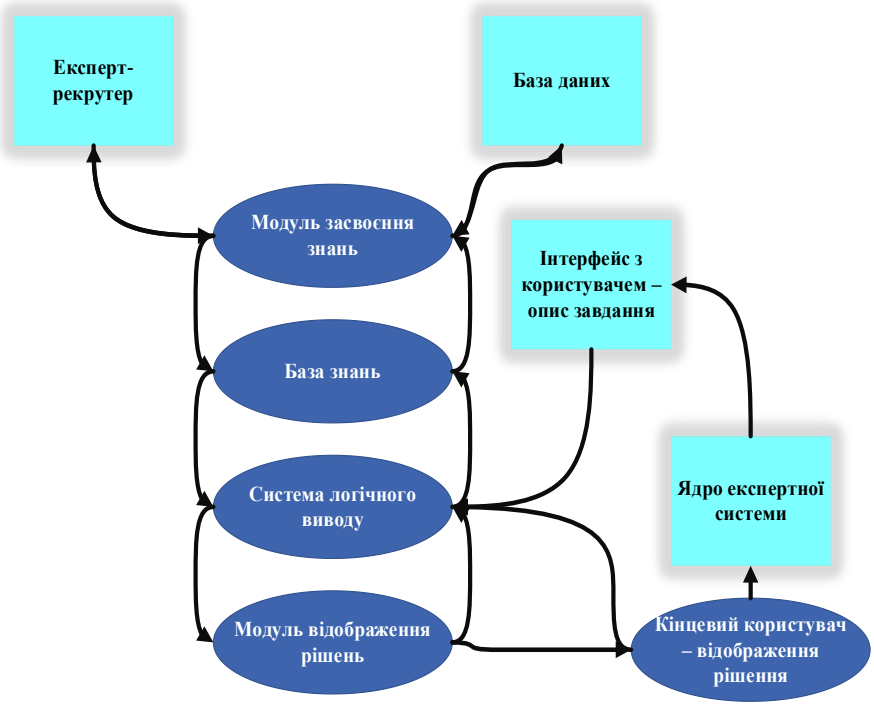


Рисунок 27 – Прототип експертної системи

Індексний метод полягає у відносних показниках для просторових порівнянь, причинно-наслідкових явищ, а також виявлення впливу різних чинників на предмет дослідження.

Подальший розвиток рекрутингових систем реалізується через інформаційні системи HRIS. Компетенції залежно від виду служби в діапазоні [0; 1] впливатимуть на загальний показник індексу, який ідентифікує необхідний персонал в залежності від заданих параметрів. Для цього потрібно задати якісним параметрам числових значень та закріпити найбільш пріоритетні за кожним із типів осіб безпекових структур.

На основі проведеного опитування експертами HRM систем та рекрутерами, було запропоновано індексну оцінку людських якостей, що лежить в діапазоні [0; 1], де 1 це максимально допустиме числове значення (ідеальний кандидат) (табл. 5).

Таблиця 5 – Перелік людських якостей для відбору кандидатів на основі індексного методу

Перелік якостей	СЦЗ	Поліція	ЗСУ
Мотивованість	0,8	0,7	0,8
Психологічна підготовка	0,8	0,8	0,8
Фізична підготовка	0,8	0,8	0,8
Технічні навики	0,8	0,7	0,9
Гуманітарні навики	0,6	0,9	0,5
Стресостійкість	0,8	0,8	0,8
Відповідальність	0,8	0,9	0,9
Впевненість	0,8	0,8	0,8
Амбіційність	0,7	0,8	0,8
Стриманість	0,8	0,8	0,5
Етичні норми	0,7	0,8	0,5
Сумарний індексний показник «кандидата»	8,4	8,8	8,1

Критеріями відбору персоналу був діапазон від [0; 1], який визначався опираючись на критерії безпекові, діловодчі та пунктуальні. Перелік людських

якостей будемо вважати фундаментальними параметрами, окрім яких є ще ряд інших критеріїв, що й роблять безпекову систему складно описаною і такою, що потребує дослідження. На основі дослідження даних було запропоновано числові межі щодо підтримки прийняття рішень про допуск кандидата в проєктні команди (табл. 6).

Таблиця 6 – Допуск в проєктні команди безпекових проєктів та систем

Професія	**Не допускається**	**Допуск з подальшим оцінюванням**	**Зарахування в команду**
Пожежний-рятувальник	[0; 3]	[3,1; 6]	[6,1; 8,4]
Працівник поліції	[0; 4]	[4,1; 7]	[7,1; 8,8]
Військовослужбовець Збройних сил України	[0; 3,5]	[3,6; 5]	[5,1; 8,1]

Для покращення процесу відбору передбачає формування бази даних персоналу перед співбесідою та анкету для кожного кандидата. Вибір інформаційної системи HR-менеджменту безпекових структур залежить від ряду критеріїв, таких як вартість впровадження системи, стратегія та специфіка організацій, період імплементації, кількість працівників, особливостей операційної діяльності та необхідність додаткових модулів, зокрема рекрутингу та врахування зовнішнього та внутрішнього проєктного середовища і середовища безпеко-орієнтованої системи (рис. 28).

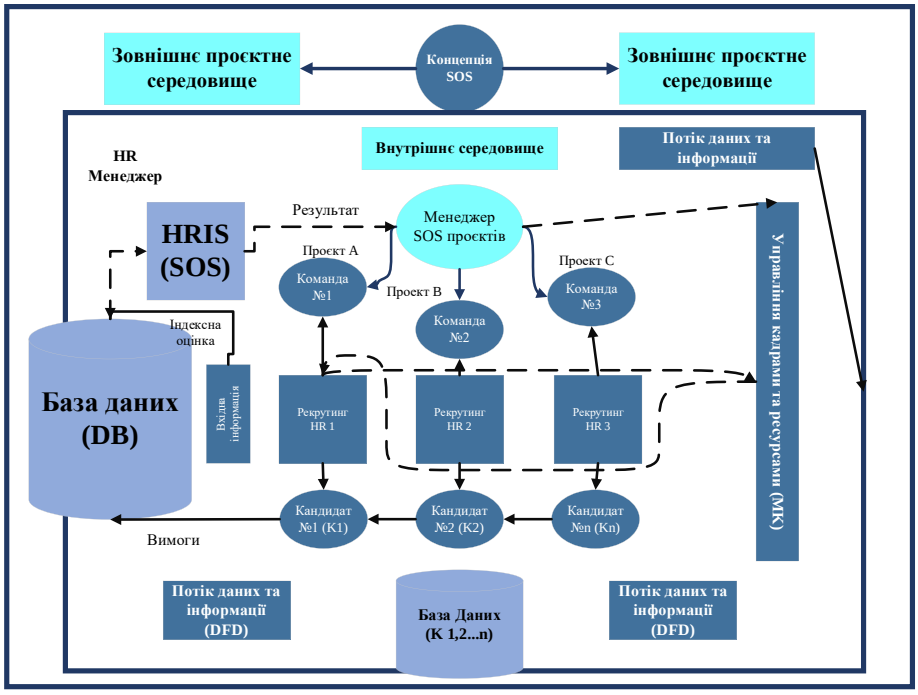


Рисунок 28 – Модель імплементації інформаційної системи HR-менеджменту безпекових структур в середовищі SOS

Для практичної реалізації індексного підходу в інформаційних системах HR-менеджменту безпекових структур удосконалено метод KPI-оцінювання членів команд безпеко-орієнтованих структур, що доповнений системою індексів безпекових компетентностей і дає змогу реалізувати оперативний рекрутинг в підрозділах в умовах криз та нештатних ситуацій. Метод реалізується у вигляді послідовності взаємопов'язаних кроків:

Крок 1. Формування переліку безпекових компетентностей. Здійснюється визначення множини ключових компетентностей кандидатів у проєктні команди безпеко-орієнтованих систем, що структуруються за групами професійних (*P*),

загальних (*G*) та додаткових (*A*) компетентностей, відповідно до вимог безпекових проєктів і умов їх реалізації.

Крок 2. Кваліметричне та індексне оцінювання компетентностей. Проводиться кількісна оцінка кожної компетентності із застосуванням індексного та кваліметричного підходів. Це дає можливість формалізувати якісні характеристики кандидатів та представити їх у нормованому вигляді.

Крок 3. Формування показника групових результатів компетентностей кандидата. За результатами кваліметричного оцінювання визначається інтегрований показник Q_n за групами професійних, загальних і додаткових компетентностей, що відображає узагальнений рівень відповідності кандидата до вимог безпекового проєкту.

Крок 4. Інтеграція групових показників у KPI-індекс кандидата. Проводиться розрахунок індексу KPI кандидата шляхом порівняння інтегрованого показника компетентностей Q_n з відносним рейтингом кандидата D_n, що дозволяє отримати узагальнений показник ефективності в діапазоні [0;1].

Крок 5. Прийняття рішення щодо відбору та рекрутингу. На основі отриманого значення KPI-індексу здійснюється відбір кандидатів у проєктні команди безпекових систем із застосуванням прохідного діапазону [0,55; 1], що забезпечує оперативність рекрутингу та зменшення суб'єктивності управлінських рішень.

У практику оцінки діяльності персоналу KPI впроваджуються різноманітні якісні, кількісні та комбіновані методи. Якісні: порівняння працівника з ідеальним для цієї посади матричним методом. Порівняння максимальних досягнень зі значними похибками – методом системи довільних характеристик. Кількісні методи оцінки ефективності роботи персоналу: бальна оцінка – це підсумовування балів за заздалегідь встановленими критеріями, за певні терміни. Визначення рангів – рейтингова оцінка всіх співробітників групою керівників. Оцінка за балами – аналіз якостей співробітника експертами та підсумовування його балів. (рис. 29).

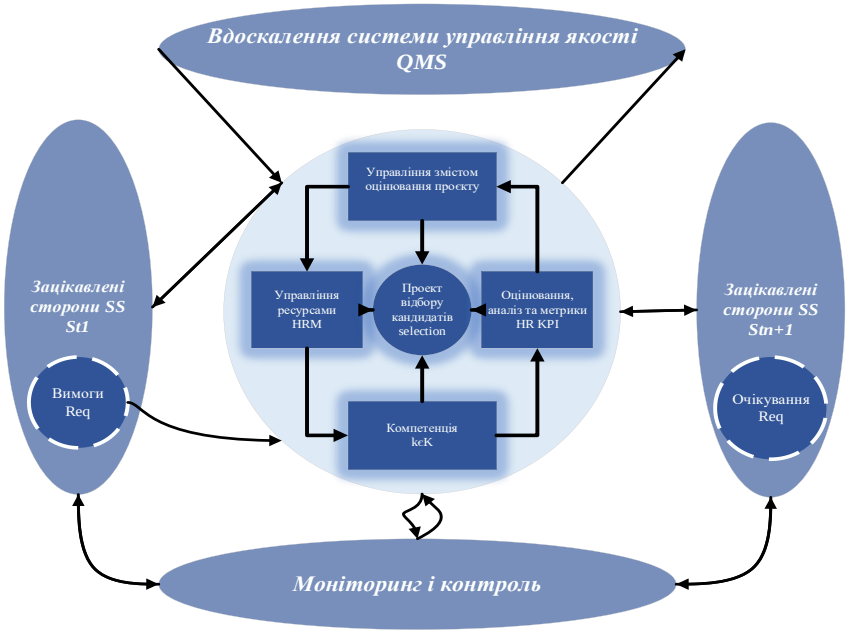


Рисунок 29 – Системна модель-схема оцінювання KPI та відбору кандидатів у безпековий проєкт

Визначення індексу KPI передбачає порівняння реальних показників кандидатів з відносним рейтингом кандидата під час відбору до проєктної групи безпеко-орієнтованої системи D_n (38):

$$Jc_i = Q_n / D_n \qquad (38)$$

де Jc_i – індекс KPI; Q_n – показник балів Q за групами результатів компетентності n-им кандидатом; D_n – це відносний показник рейтингу D n-ого кандидата конкурсу-рекрутингу в проєктну команду безпеко-орієнтованої системи. Значення тестування

D_n дозволяє експертно аналізувати та порівнювати результати оцінки KPI з критеріями відбору.

На основі проведеного системного аналізу, визначено проєктне значення компетентностей для успішного відбору кандидатів в безпеко-орієнтовану систему (рис. 30).

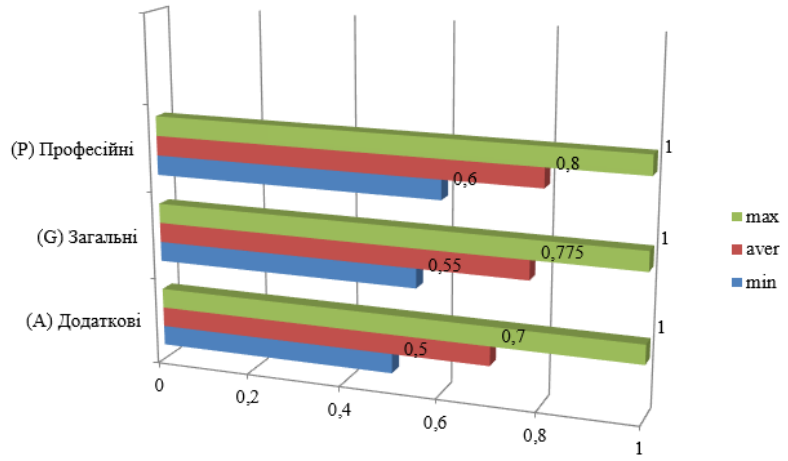


Рисунок 30– Діаграма проєктних показників компетентностей SPS

Визначення показника Q_n за групами результатів компетентності кандидатів в проєктну команду безпеко-орієнтованої системи визначається на основі кваліметричного підходу ддя оцінки професійно-ділових якостей KPI (39):

$$Q_n = \{P, G, A\} \quad (39)$$

де P – професійні компетентності; G – загальні компетентності; A – додаткові компетентності. Проведені розрахунки індексу KPI кандидатів в проєктну команду безпеко-орієнтованої системи відображені в табл. 7.

Таблиця 7 – Індексна оцінка KPI кандидатів у безпекові команди SOS

Код	Компетенції та особистісні якості	Професійні (P), загальні (G), додаткові (A)	*Індекс KPI* [0,1; 1]	
K1	Технічні навички в роботі	P	[0,5; 1]	0,8 [0,6; 1]
K2	Організація діяльності в напрямку забезпечення безпекових заходів	P	[0,7; 1]	
K3	Психоемоційна стійкість у кризових ситуаціях	P	[0,6; 1]	
K4	Досвід участі в подібних проєктах	G	[0,4; 1]	0,775 [0,55; 1]
K5	Відповідальність	G	[0,6; 1]	
K6	Фізична витривалість	G	[0,7; 1]	
K7	Профільне навчання	G	[0,5; 1]	
K8	Навички роботи з телекомунікаційними та інформаційними системами	A	[0,5; 1]	0,75 [0,5; 1]
K9	проактивність	A	[0,5; 1]	
K10	спілкування	A	[0,5; 1]	
K11	ініціатива	A	[0,5; 1]	
Kn+1	Qn	P, G, A	[0,55; 1]	0,78

При отриманні значення індексу [0; 0,54] кандидат не допускається до відбору та формування команди безпекових систем та командної роботи.

В умовах воєнного стану цифровізації операційних процесів у безпекових структурах є ключовим фактором підвищення ефективності управління персоналом.

Інтеграція систем HRM в дані процеси забезпечує автоматизацію процесів відбору кандидатів в безпеко-орієнтовані структури, кадровий облік, аналіз показників діяльності KPI та оперативне прийняття рішень у змінному динамічному безпековому середовищі. Цифровізації операційних процесів в безпеко-орієнтованих системах передбачає застосування та адаптацію управлінської методології, що забезпечить перехід від жорсткої ієрархії до гнучких та динамічних форматів формування безпекових команд. Серед наявних методологій застосування Agile підходів до формування команд саме безпекових структурах має ряд переваг, зокрема через підвищення керованості і координації дій (рис. 31).

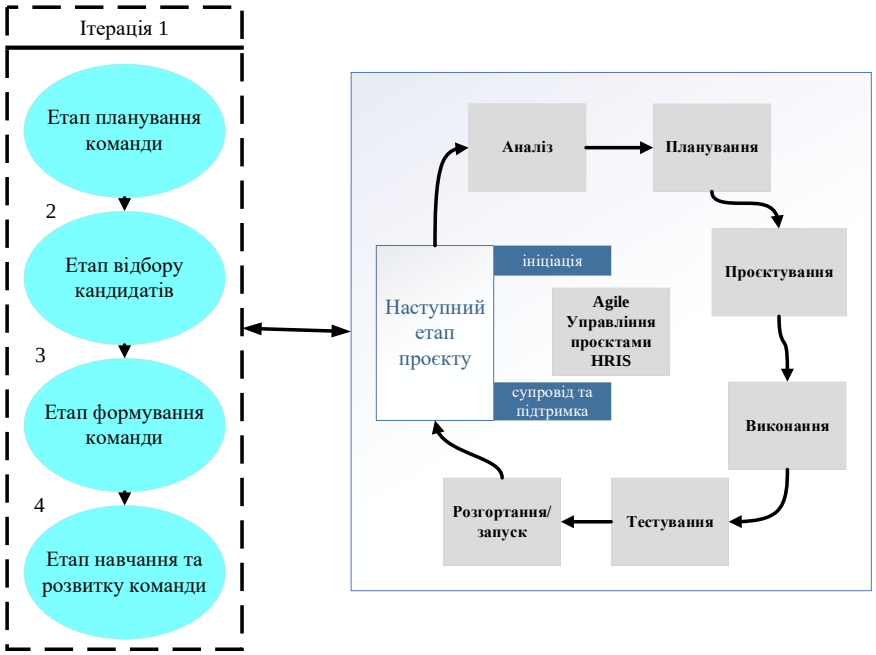


Рисунок 31 – Схема Agile формування проєктних безпекових команд у безпеко-орієнтованих системах

Віртуальну безпекову та безпеко-орієнтовану організацію (SO) можна розглядати як складну соціотехнічну систему віртуальних команд, які взаємодіють завдяки мережі інтернет та методам штучного інтелекту. Системи об'єктно-орієнтованого проєктування, управління базами даних і знань розвинулись в технології багатоагентних систем (MAS). Такі системи успішно зарекомендували себе у завданнях щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та моделюванні соціальних структур і підрозділів. Причини, що зумовлюють актуальність перетворення організаційних структур на більш новітні, функціонування їх як багатоагентних систем, пов'язано складністю сучасних систем та організацій, неефективне управління інформаційними потоками та затратами часу на прийняття рішень (рис. 32).

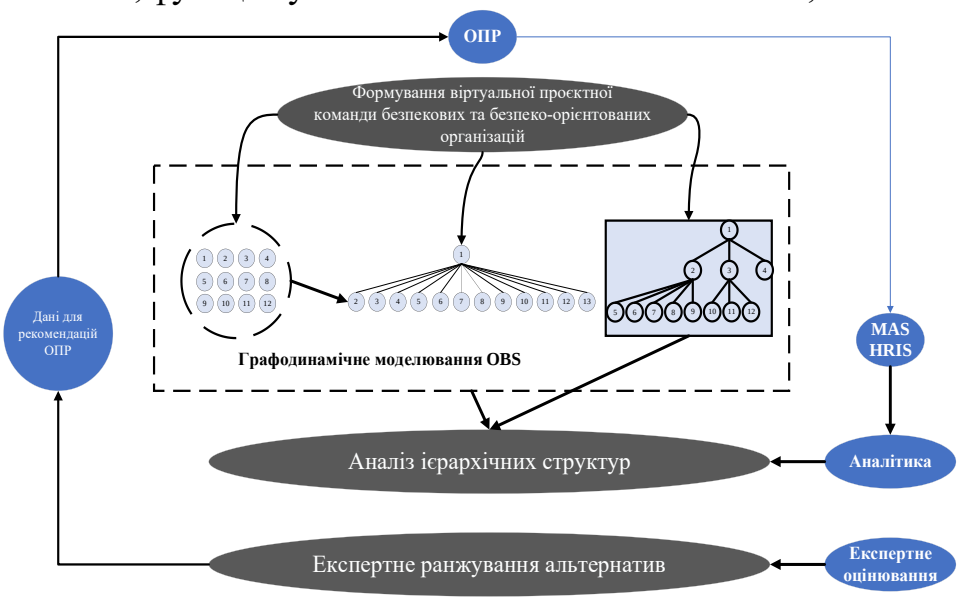


Рисунок 32 – Багатоагентна система підтримки прийняття кадрових рішень безпекових та безпеко-орієнтованих організацій

Багатоагентні системи проєктуються та інтегруються окремими інтелектуальними системами, що засновані на знаннях.

У шостому розділі **«Комп'ютерний експеримент з управління критичними параметрами функціонування інфраструктурних та логістичних проєктів забезпечення безпекової інфраструктури»** розроблено базу інтелектуальних мультиагентних моделей логістичного проєкту, що враховує умови воєнного стану: нештатні ситуації, кризи, небезпеки, аварії та катастрофи, та сформовано метод проведення комп'ютерного експерименту з управління критичними параметрами функціонування інфраструктурних і логістичних проєктів засобами інтелектуального мультиагентного моделювання, що дає змогу здійснити відбір ефективних логістичних проєктів в умовах війни на основі розробленого кумулятивного показника успішності проєкту без проведення натурних випробувань.

Гіпотеза наукового дослідження, що полягає в проведенні комп'ютерного експерименту дослідження критичних параметрів управління логістичними та інфраструктурними проєктами в умовах воєнного стану та розробленні оптимальних матриць логістичних проєктів, ключовими параметрами яких є вартісні показники, відстань та безпекова компонента. Що стосується умов воєнного стану, то в пріоритеті залишається саме безпекова компонента та альтернативність ланцюгів постачань.

З метою формалізації процесів дослідження та підтвердження відтворюваності отриманих даних сформовано метод проведення комп'ютерного експерименту з управління критичними параметрами функціонування інфраструктурних та логістичних проєктів засобами інтелектуального мультиагентного моделювання, що передбачає виконання 5 взаємопов'язаних кроків:

Крок 1. Формалізація альтернативних логістичних проєктів. Проводиться формування множини альтернативних інфраструктурних та логістичних проєктів із застосуванням залізничної та автомобільної транспортної критичної інфраструктури, що описується кортежем (40) і забезпечує уніфіковану базу подальшого аналізу.

Крок 2. Побудова інтелектуальних мультиагентних моделей. Для кожного логістичного проєкту розробляється інтелектуальна мультиагентна модель, що імітує взаємодію транспортних агентів, критичних інфраструктурних вузлів та враховує умови воєнного стану, фактори безпеки, нештатні ситуації, кризи.

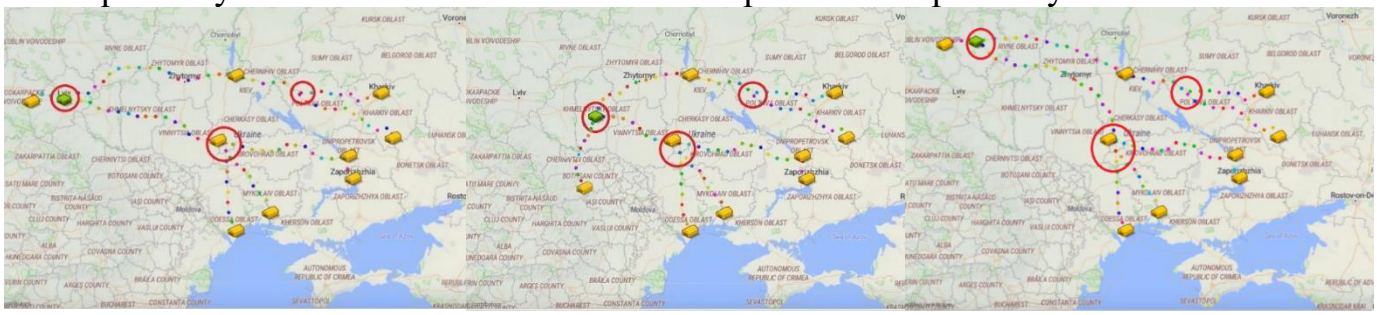
Крок 3. Проведення сценарного комп'ютерного експерименту без проведення натурних випробувань. Здійснюється сценарне моделювання реалізації логістичних проєктів залежно від типу транспорту, безпекової ситуації і інфраструктурних обмежень, у результаті чого визначаються кількісні показники часу, вартості, відстаней, рівня ризиків.

Крок 4. Багатокритеріальний аналіз ефективності результатів. Отримані результати проведеного комп'ютерного експерименту узагальнюються у вигляді матриці логістичних проєктів, здійснюється нормалізація критеріїв та розрахунок параметрів ефективності для порівняльної оцінки альтернативних маршрутів.

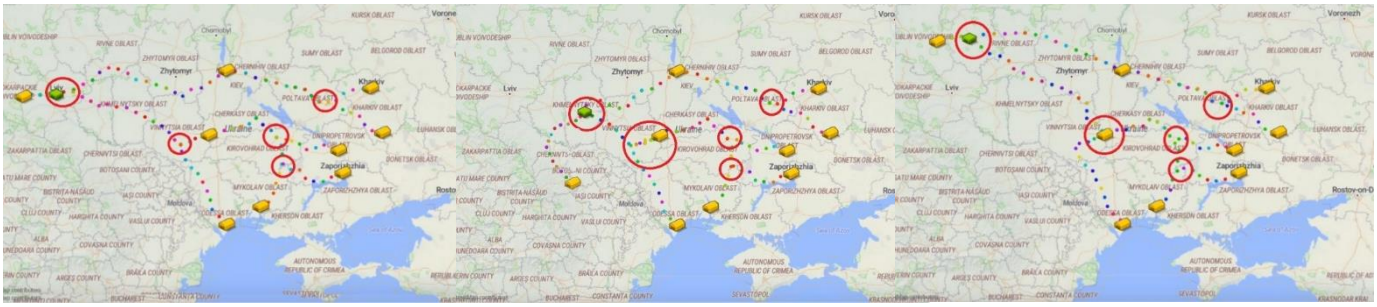
Крок 5. Визначення кумулятивного показника успішності проєктів та їх відбір. Розраховується кумулятивний показник успішності логістичного проєкту в межах діапазону [0;1], на основі якого проводиться ранжування і відбір найбільш ефективних логістичних проєктів для реалізації в умовах воєнного стану.

На рис. 33 представлені розроблені моделі логістичних проєктів засобами автомобільної та залізничної критичної інфраструктури в середовищі інтелектуального мультиагентного моделювання в рамках управління критичними

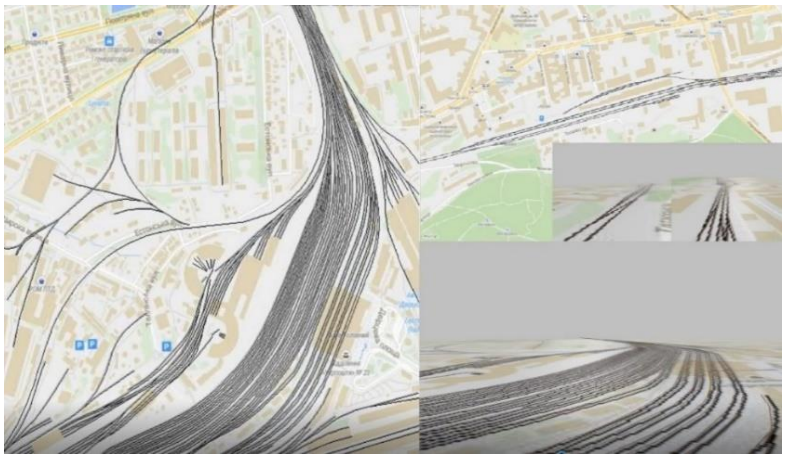
параметрами інфраструктурних та логістичних проєктів на прикладі сектору безпеки та оборони в умовах війни засобами комп'ютерного експерименту.



а *б* *в*



г *ґ* *д*



е

Рисунок 33 – Комп'ютерний експеримент управління логістичними проєктами засобами автомобільної та залізничної транспортної критичної інфраструктури в середовищі інтелектуального мультиагентного моделювання: *а* – логістичний проєкт *Перемишль–Львів* з використанням автомобільної транспортної інфраструктури; *б* – логістичний проєкт *Сучава–Хмельницький* з використанням автомобільної транспортної інфраструктури; *в* – логістичний проєкт *Холм–Ковель* з використанням автомобільної транспортної інфраструктури; *г* – логістичний проєкт *Перемишль–Львів* з використанням залізничної транспортної інфраструктури; *ґ* – логістичний проєкт *Сучава–Хмельницький* з використанням залізничної транспортної інфраструктури; *д* – логістичний проєкт *Холм–Ковель* з використанням залізничної транспортної інфраструктури; *е* – 3D-модель продукту реалізації логістичного проєкту *Львівською залізницею*.

Вхідні параметри для комп'ютерного експерименту бралися з міжнародних та державних стандартів, що стосуються логістики. Оскільки прикладне застосування розроблених комп'ютерних моделей стосуватиметься як гуманітарної сфери, так і можливо у секторі безпеки та оборони, то пріоритетом була альтернативність потенційних логістичних ланцюгів на прикладі логістичних проєктів наведених на рис. 33. Технічні параметри логістичних проєктів наведені в табл. 8.

Таблиця 8 – Вхідні дані для комп’ютерного експерименту (дані з відкритих електронних ресурсів)

Напрямок	**Тип транспорту**	**Орієнтовна відстань (км)**	**Час у дорозі (без черг/із технічними затримками)**	**Вантажопідйомність транспортного засобу**	**Якісні переваги / ризики**
Перемишль – Львів	Авто	~97 км	~2 год / ~2 – 6 год	~20 т (фура)	Гнучкість, затори на кордоні
	Залізниця	~95 км	~3–4 год/ ~6 – 30+ год	~75 т (вагон)	Велика пропускна здатність, складна логістика на кордоні (перестановка візків)
Холм – Ковель	Авто	~115 км	~2–2,5 год/ ~3 – 8 год	~20 т (фура)	Добра гнучкість маршруту; затримки на переході, ризики з поганою інфраструктурою
	Залізниця	~90 км	~3–6 год/ ~6 –36+ год	~75 т (вагон)	Більші обсяги перевезень, критичні вузли з низькою пропускною здатністю
Сучава – Хмельницький	Авто	~270 км	~4–5,5 год/ ~5 – 20 год	~20 т (фура)	Гнучкість маршруту, можливість обрання альтернативних КПП, довга відстань, стан доріг
	Залізниця	~290 км	~8–11,5 год/ ~24 – 72+ год	~75 т (вагон)	Висока вантажопідйомність, складний маршрут із кількома вузлами, складна логістика на кордоні (перестановка візків)

Комп’ютерна модель кожного логістичного проєкту описується кортежом:

$$L = \langle S, T^x, C \rangle \quad (40)$$

де S – відстань оцінена з урахуванням реальних масштабів і топології доріг; T^x – час T у дорозі, що враховує коефіцієнт затримок x при реалізації логістичого сценарію (тип перевезення, середню швидкість та можливі затримки); D – розрахунковий час перетину кордону, що враховує тип перевезення, середню швидкість та можливі затримки; C – вантажопідйомність (авто: фура ≈ 20 т; залізниця: 1 вантажний вагон ≈ 75 т (залежить від типу), 1 вантажний поїзд в середньому 50-70 вагонів. Умови війни принципово змінили підходи до управління логістичними та інфраструктурними проєктами. Так, класичними критеріями успішності логістичних проєктів були вартість та час доставки (рис. 34), в той час як зараз це безпекова ситуація.

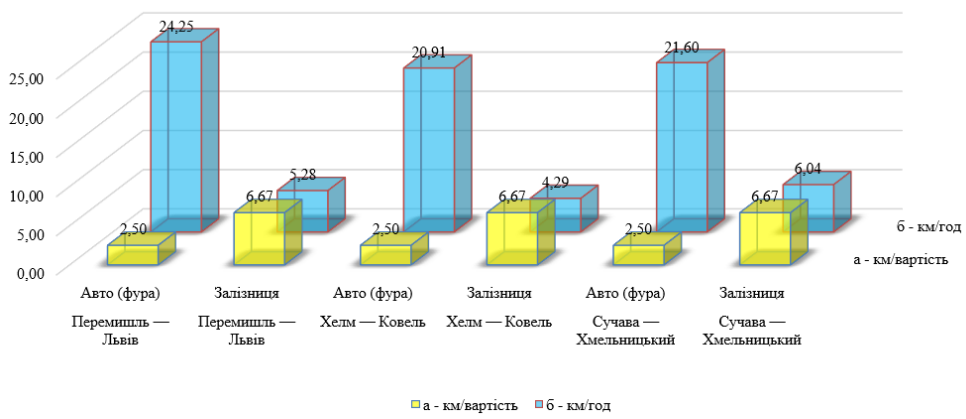
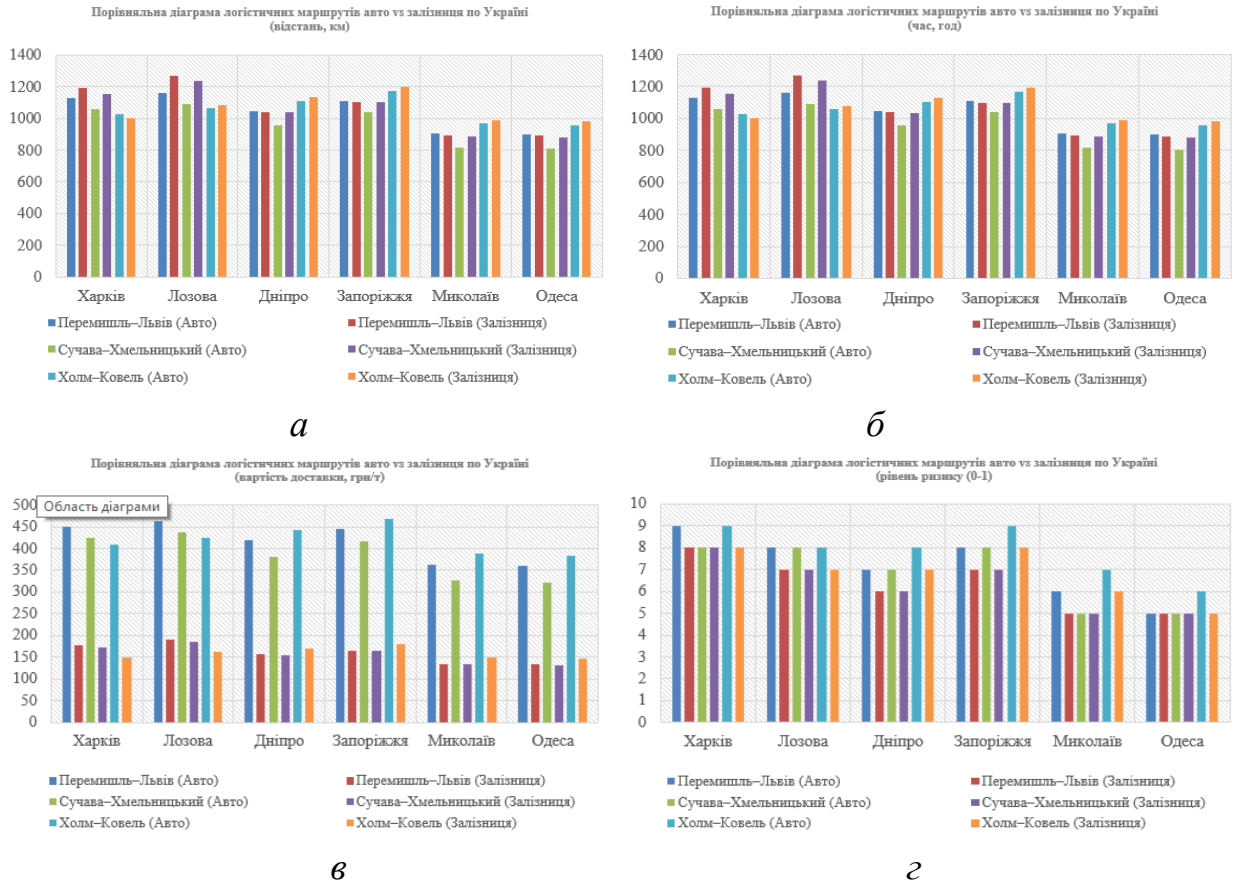


Рисунок 34 – Класичні критерії ефективності логістичних проєктів у довоєнний період: *а* – вартість доставки за км; *б* – швидкість доставки за км.

На рис. 35 представлений порівняльний аналіз логістичних проєктів за 4 параметрами ефективності. В умовах воєнного стану на відміну від звичних підходів, на перше місце виходить безпекова компонента. Тому крім параметрів відстані, вартості та часу проєкту (рис. 35 *а*, рис. 35 *б*, рис. 35 *в*), що в умовах війни при реалізації проєктів в секторі безпеки та оборони, які не є критичними, необхідно пріоритезувати 4 параметр – рівень ризиків (рис. 35 *г*).



а *б*

в *г*

Рисунок 35 – Порівняльна діаграма логістичних проєктів за параметрами: *а* – відстань; *б* – час проєкту; *в* – вартість проєкту; *г* – рівень ризиків

На основі проведеного дослідження та даних комп'ютерного експерименту найкоротший маршрут до основних цілей в Україні є логістичний проєкт Сучава – Хмельницький автомобільною транспортною інфраструктурою. Зазвичай залізничні логістичні проєкти загалом довші на ~20–80 км через інфраструктурні особливості. Логістичний проєкт Холм–Ковель є найдорожчим з розрахунку відстані та витрат на транспортування до цілей в Україні (незалежно від транспорту).

Тому на основі кумуляції показників часу, вартості, ризику та швидкості (табл. 9) ми розробили кумулятивний показник успішності логістичного проєкту в умовах воєнного стану, для визначення якого було здійснено 4 етапи.

Таблиця 9 – Кумулятивний показник успішності логістичного проєкту

№	Маршрут	μS	μT_x	μW	μR	K_{sw}
1	Перемишль – Львів (Залізниця)	1065,00	41,67	159,75	6,33	0,717
2	Сучава – Хмельницький (Авто)	961,83	29,03	384,67	6,83	0,663
3	Сучава – Хмельницький (Залізниця)	1049,33	71,32	157,33	6,33	0,630
4	Холм – Ковель (Залізниця)	1063,67	44,64	159,33	6,83	0,575
5	Перемишль – Львів (Авто)	1042,00	21,37	416,80	7,17	0,423
6	Холм – Ковель (Авто)	1048,50	22,48	419,50	7,83	0,288

де μS – середнє значення відстаней логістичного проєкту по Україні (км); μT^x – середнє значення часу T логістичного проєкту по Україні із врахуванням коефіцієнта затримок x (год); μW – середнє значення вартості транспортування продукту логістичного проєкту по Україні (грн/т); μR – середнє значення ризику логістичного проєкту по Україні [0;10]; Kw_i – кумулятивний показник успішності Kw i-ого логістичного проєкту в умовах воєнного стану.

На першому етапі проведено нормалізацію $Y_{norm,i}$ мінімізувальних критеріїв (μS, μTx, μW, μR) за формулою (41).

$$Y_{norm,i} = \frac{max(Y) - Yi}{max(Y) - min(Y)} \tag{41}$$

де $Y_{norm,i}$ – нормалізоване значення показника Y для i-ого логістичного проєкту; Y_i – фактичне середнє значення показника Y для i-ого логістичного проєкту, що розраховується окремо для μS, μT^x, μW, μR; $max(Y)$ – максимальне значення показника Y для i-ого логістичного проєкту; $min(Y)$ – мінімальне значення показника Y для i-ого логістичного проєкту.

На другому та третьому етапах розраховані показники зваженої суми Ws_i, формула (42) та первинний індекс $Kw^n{}_i$, формула (43).

$$Ws_i = 1 * \mu V_{norm,i} + 1 * \mu T^x_{norm,i} + 1 * \mu W_{norm,i} + 2 * \mu R_{norm,i} \tag{42}$$

де Ws_i – зважена сума критеріїв Ws i-ого логістичного проєкту; $\mu S_{norm,i}$ – нормалізоване значення середньої відстані μS_{norm} i-ого логістичного проєкту; $\mu T^x{}_{norm,i}$ – нормалізоване значення середнього часу μT_{norm} i-ого логістичного проєкту по Україні із врахуванням коефіцієнта затримок x; $\mu W_{norm,i}$ – нормалізоване значення середньої вартості транспортування продукту μW_{norm} i-ого логістичного проєкту; $\mu R_{norm,i}$ – нормалізоване значення середнього рівня ризику μR_{norm} реалізації i-ого логістичного проєкту.

$$Kw_i^n = \frac{Ws_i}{5} \tag{43}$$

де Kw_i^n – первинний нормований індекс n успішності Kw i-ого логістичного проєкту в умовах воєнного стану; 5 – сумарна вага критерії для i-ого логістичного проєкту (1 – для відстані, часу, вартості; 2 – для ризику, що відображає безпековий пріоритет в умовах воєнного стану).

На четвертому етапі за формулою (44) розраховані значення кумулятивного показника успішності логістичних проєктів в умовах воєнного стану, що наведені у табл. 9 та відображені на рис. 36.

$$Kw_i = \frac{Kw_i^n - min(Kw_i^n)}{max(Kw_i^n) - min(Kw_i^n)} \quad \text{при} \quad Kw_i \in [0;1] \tag{44}$$

де Kw_i – кумулятивний показник успішності Kw i-ого логістичного проєкту в умовах воєнного стану; $max(Kw_i^n)$ – максимальне значення первинного нормованого індексу n успішності Kw i-ого логістичного проєкту в умовах воєнного стану; $min(Kw_i^n)$ – значення первинного нормованого індексу n успішності Kw i-ого логістичного проєкту в умовах воєнного стану.

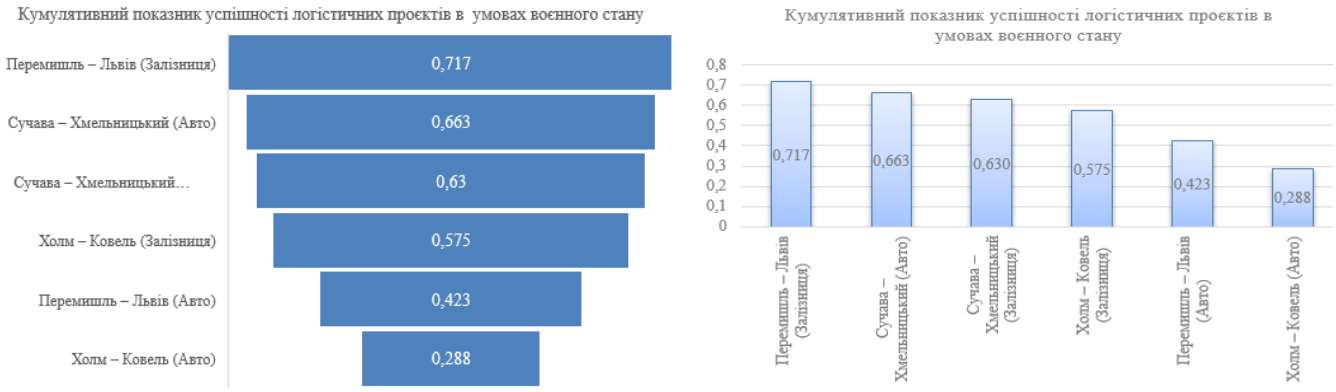


Рисунок 36 – Кумулятивний показник успішності логістичних проєктів в умовах воєнного стану

Згідно з даними табл. 9 та рис. 36 найефективнішим є логістичний проєкт Перемишль–Львів засобами залізничної транспортної інфраструктури через оптимальне співвідношення вартості, часу і ризиків. Найбільш збалансованим за критеріями часу, помірної вартості і середнього рівня ризиків є Сучава–Хмельницький автомобільною транспортною інфраструктурою. Найменш ефективним є Холм–Ковель автомобільною транспортною інфраструктурою через найвищі в умовах воєнного стану ризики і високу вартість при середніх показниках відстані.

ВИСНОВКИ

У дисертації на основі проведених досліджень здійснено теоретичне узагальнення та вирішено важливу науково-прикладну проблему розробки методології управління безпековими проєктами в умовах війни (на прикладі об’єктів критичної інфраструктури).

Основні отримані наукові та практичні результати дисертації полягають у наступному:

1. Проведений критичний інформаційно-літературний аналіз наукових шкіл в галузі управління інфраструктурними та безпековими проєктами засвідчив про відсутність ефективної системної методології безпекового управління інфраструктурними проєктами, що реалізуються в умовах війни, гібридних загроз і кризових явищ.

2. На підставі порівняльного аналізу міжнародних стандартів та методологій з управління проєктами, визначено неможливість їх комплексного застосування в процесі управління безпековими проєктами в умовах війни, гібридних загроз та кризових ситуацій і обґрунтувано потребу розробки інтегрованої системи безпекового управління, що формує відповідну наукову проблему.

3. Запропоновано розширений в частині окремого кластеру визначень безпекових проєктів понятійно-категоріальний апарат, що дозволяє уніфікувати термінологію, підвищити наукову обґрунтованість управлінських рішень і створює підґрунтя для моделювання процесів захисту критичної інфраструктури в умовах воєнних загроз.

4. Обґрунтовано принципи нової методології управління безпекою в інфраструктурних та логістичних проєктах, яка на відміну від існуючих включає методи, моделі, механізми, категоріально-понятійний апарат та інформаційні технології, які

враховують процеси управління безпекою, що дає змогу моделювати критичні параметри функціонування об’єктів критичної інфраструктури на стадії планування.

5. Сформована інтелектуальна модель життєвого циклу продукту інфраструктурного проєкту, яка поєднує системну динаміку та засоби дискретно-подійного моделювання, що дає змогу сформувати множину альтернатив розвитку продукту в умовах небезпеки (воєнна загроза, надзвичайна ситуація, криза).

6. Розроблено механізм ризикостійкості об’єктів критичної інфраструктури, який ґрунтується на конвергенції проактивних та реактивних методів управління проєктами з використанням імітаційного та геопросторового моделювання територіальних систем 5 регіонів площею понад 12000 км^2 (з них 2080 населених пунктів та понад 1450 об'єктів критичної інфраструктури), що забезпечує мінімізацію часу реагування на загрози та підвищення ефективності системи ризик-менеджменту.

7. Сформовано наукові основи повоєнного відновлення та реновації регіональних систем критичної та житлової інфраструктури, які інтегрують бенчмаркінг кращих практик світового досвіду та HR-аналітику, що дає змогу формування ефективних портфелів та програм проєктів в умовах обмеженості бюджетних та часових ресурсів.

8. Удосконалено метод KPI-оцінювання членів команд безпеко-орієнтованих структур, який доповнений системою індексів за групою безпекових компетентностей в межах прохідного діапазону [0,55; 1], що дає змогу реалізовувати оперативний рекрутинг в підрозділах в умовах криз та нештатних ситуацій.

9. Запропонована інформаційна технологія HR-менеджменту в безпеко-орієнтованих системах, яка доповнена компонентами забезпечення адаптивності системи до функціонування в умовах воєнного часу, що дає змогу здійснити цифровізацію основних операційних процесів.

10. Розроблено метод проведення комп’ютерного експерименту з управління критичними параметрами функціонування інфраструктурних і логістичних проєктів засобами інтелектуального мультиагентного моделювання, що дає змогу здійснити відбір ефективних логістичних проєктів в умовах війни на основі розробленого кумулятивного показника успішності проєкту в діапазоні [0; 1], без проведення натурних випробувань.

11. Розроблено базу із 6-ти інтелектуальних мультиагентних моделей логістичних проєктів, що на відміну від існуючих враховує умови воєнного стану: нештатні ситуації, кризи, небезпеки, аварії та катастрофи, що дає можливість диверсифікувати ризики термінів реалізації та втрати продукту проєкту.

Результати дослідження щодо управління безпековими проєктами в умовах війни (на прикладі об’єктів критичної інфраструктури) впроваджено у практику діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Конфедерації будівельників України, Федерації роботодавців України, Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський і науково-дослідний інститут авіаційної промисловості», Ради молодих вчених при Міністерстві освіти і науки України, в освітньо-науковому процесі Львівського державного університету безпеки життєдіяльності та Інституті наукових досліджень з цивільного захисту, що підтверджено актами впровадження.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті з наукового напряму, за яким підготовлено дисертацію у періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України та у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus:

1. **Kobylkin D.,** Zachko O., Korogod N., Tymchenko D. Development of models for segregation of infrastructure project management elements using a mono-template in safety-oriented management. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 6. № 3 (108). P. 42–49. (**Scopus Q3**).

2. Zachko O. B., Chalyy D. O., **Kobylkin D. S.** Models of technical systems management for the forest fire prevention. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. No. 5. P. 129–135. (**Scopus Q2**).

3. Zachko O., **Kobylkin D.** Management of educational projects in security-oriented systems by means of the virtual situational center. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Vol. 65 No. 3. P. 12–24. (**Web of Science Q3**).

4. Ivanusa A., Marych V., **Kobylkin D.,** Yemelyanenko S. Construction of a visual model of people's movement to manage safety when evacuating from a sports infrastructure facility. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. 2(3 (122). P. 28–41. (**Scopus Q3**).

5. Voinycha L., Dubnevych Y., Kovalyshyn O., Verzun A., Balash L., **Kobylkin D.,** Buśko M., Trojański P., Apollo M. The Factor of Democracy and Prosperity and the Formation of the Nation State in the Example of Ukraine: Pre-War Picture. *Studia Europejskie – Studies in European Affairs*. 2023. 4/2023. P. 173-193. (**Web of Science Q4**).

6. Sodoma R., **Kobylkin D.**, Shmatkovska T., Pavuk I. Management of infrastructure development projects of Ukraine and rural areas. *Scientific Papers Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development»*. 2024. Volume 24. Issue 3/2024. P. 821–831. (**Web of Science Q3**).

7. **Kobylkin D.,** Zachko O., Mytsko R., Zakharchyshyn S., Chetin E. Management of critical parameters of logistics and infrastructure projects by means of computer experiment (on the example of the security and defense sector in war conditions). *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*. 2025. No. 3 (33). P. 33–44. (**Scopus**).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України:

8. **Кобилкін Д. С.,** Бурак Н. Є. Формалізація процесу формування впливу чинників в проєктах захисту об'єктів з масовим перебуванням людей. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2017. № 16. С. 48–52.

9. Зачко О. Б., **Кобилкін Д. С.,** Головатий Р. Р. Управління безпекою на стадії планування проєктів з масовим перебуванням людей з врахуванням категорії складності. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами*. Х.: НТУ «ХПІ», 2018. № 2 (1278). С. 53–58.

10. Зачко О. Б., **Кобилкін Д. С.,** Головатий Р. Р. Моделі управління безпекою інфраструктурних проєктів на стадії планування. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами*. Х.: НТУ «ХПІ», 2019. № 2 (1327). С. 43–49.

11. Zachko O., **Kobylkin D.,** Kovalchuk O. Models of project teams' formation in a safety-oriented system. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*. 2019. No. 4 (10). P. 85–91.

12. Zachko O., **Kobylkin D.,** Kovalchuk O., Markov V. Model for forming an information system of project teams in a security – oriented system. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*. 2020. No. 2 (12). P. 49–56.

13. Zachko I., Ivanusa A., **Kobylkin D.** Hybrid management of programs of territorial systems development projects by means of convergence mechanisms. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*. 2020. No. 4 (14). P. 40–46.

14. Ковальчук О. І., Зачко О. Б., **Кобилкін Д. С.** Метод оцінки та відбору кандидатів у проєктні команди закладів вищої освіти в системі цивільного захисту. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2021. №24. С. 123–129.

15. Zachko O. B., **Kobylkin D. S.,** Zachko I. H. Models of infrastructure project management by means of hybrid technologies. *Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: Strategic management, portfolio, program and project management*. Kh.: NTU «KhPI». 2022. № 2 (6). P. 35–38.

16. Ковальчук О. І., Зачко О. Б., **Кобилкін Д. С.** Моделі і методи проєктування організаційної структури віртуальної команди. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2022. № 50. С. 5–12.

17. Ковальчук О. І., Зачко О. Б., **Кобилкін Д. С.** Метод експертного оцінювання кандидатів у проєктні команди безпеко-орієнтованих систем. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2023. (55), С. 55–60.

18. **Кобилкін Д. С.,** Павук І. В. Моделювання процесів тактичного управління ризиками в інфраструктурних проєктах, програмах та портфелях проєктів. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2023. № 28, С. 14–23.

19. Содома Р. І., Павук І. В., **Кобилкін Д. С.** Безпеко-орієнтоване управління ресурсами в реалізації інфраструктурних проєктів. *Електронний журнал «Інфраструктура ринку».* 2024. №79, С. 178–183.

20. Авдєєва Х., **Кобилкін Д.** Огляд підходів до управління транскордонними проєктами в галузі безпеки. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 2024. № 30, С. 205-219.

21. Авдєєва Х. І., **Кобилкін Д. С.** Концептуальна модель управління транскордонними проєктами в галузі безпеки. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2025. № 63. С. 43–53.

Монографії:

22. Зачко І. Г., **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б. Гібридні технології управління інфраструктурними проєктами та програмами : монографія. Львів: СПОЛОМ, 2022. 266 с.

23. Kovalchuk O. I., **Kobylkin D. S.** Digitization of IT team management processes in project management: the role of information systems and artificial intelligence. Innovative Technologies for Project and Program Management [Text]: Collective monograph edited by I. Linde. European University Press. Riga: ISMA, 2025. P. 134–142.

Наукові праці у матеріалах міжнародних конференцій, які індексуються у наукометричних базах даних
Web of Science Core Collection та/або Scopus:

24. Zachko O. B., **Kobylkin D. S.** Discrete-event modeling of the critical parameters of functioning the products of infrastructure projects at the planning stage. *13th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2018)*. Vol. 2. Lviv, Ukraine : Publisher «Vezha i Ko», 2018. P. 152–154. (**Scopus, Web of Science,** ISSN: 2766-3655).

25. Zachko O. B., Golovatyi R.R., **Kobylkin D. S.** Models of safety management in development projects. *14th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2019)*. Vol. 3. Lviv, Ukraine : IEEE, 2019. P. 81–84. (**Scopus,** ISSN: 2766-3655).

26. **Kobylkin D. S.,** Zachko O. B. Structural models of safety-oriented management of infrastructure projects decomposition. *15th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2020)*. Vol. 2. Lviv–Zbarazh, Ukraine : IEEE, 2020. P. 131–134. (**Scopus,** ISSN: 2766-3655).

27. Zachko O., Kovalchuk O., **Kobylkin D.,** Yashchuk V. Information technologies of HR management in safety-oriented systems. *16th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2021)*. Vol. 2. Lviv, Ukraine : IEEE, 2021. P. 387–390. (**Scopus,** ISSN: 2766-3655).

28. **Kobylkin D.,** Zachko O., Popovych V., Burak N., Golovatyi R., Wolff C. Models for Changes Management in Infrastructure Projects. *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020).* Slavsko, Lviv region, Ukraine : CEUR Workshop Proceedings, 2020. Vol. 2732. P. 106–115. (**Scopus,** ISSN: 1613-0073).

29. **Kobylkin D.,** Zachko O., Ratushny R., Ivanusa A., Wolff C. Models of content management of infrastructure projects mono-templates under the influence of project changes. *Proceedings of the 2nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2021)*. Slavsko, Lviv region, Ukraine : CEUR Workshop Proceedings, 2021. Vol. 3023. P.106–115. (**Scopus,** ISSN: 1613-0073).

30. Kovalchuk O., Zachko O., **Kobylkin D.,** Tanaka H. IT development of HR system in the field of human safety. *Proceedings of the 2nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2021)*. Slavsko, Lviv region, Ukraine : CEUR Workshop Proceedings, 2021. Vol. 3023. P. 314–323. (**Scopus,** ISSN: 1613-0073).

31. Kovalchuk O., **Kobylkin D.,** Zachko O. Digitalization of HR-management processes of project-oriented organizations in the field of safety. *Proceedings of the 3rd International Workshop IT Project Management (ITPM 2022).* Kyiv, Ukraine : CEUR Workshop Proceedings, 2022. Vol. 3237. P. 183–195. (**Scopus,** ISSN: 1613-0073).

32. Kovalchuk O., Zachko O., **Kobylkin D.** Criteria for intellectual forming a project teams in safety oriented system. *17th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2022)*. Lviv, Ukraine : IEEE, 2022. P. 430–433. (**Scopus, Web of Science,** ISSN: 2766-3655).

33. Sodoma R., **Kobylkin D.,** Pavuk I. Project-oriented management of digitization of socio-economic development of territorial communities. *Proceedings of the 4th International Workshop IT Project Management (ITPM 2023)*. Warsaw, Poland : CEUR Workshop Proceedings, 2023. Vol. 3593. P. 36–46. (**Scopus,** ISSN: 1613-0073).

34. Kovalchuk O., **Kobylkin D.,** Zachko O. Graphodynamic modeling for a multi-agent support system for personnel decision-making in the field of human safety. *Proceedings of the 4th International Workshop IT Project Management (ITPM 2023)*. Warsaw, Poland : CEUR Workshop Proceedings, 2023. Vol. 3593. P. 149–159. (**Scopus,** ISSN: 1613-0073).

35. Kovalchuk N., Zachko O., Kovalchuk O., **Kobylkin D.** Project management of the information system for the selection of project teams. *12th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS 2023)*. Dortmund, Germany: IEEE, 2023. P. 1054–1057. (**Scopus,** ISSN: 2770-4262).

36. Kovalchuk O., **Kobylkin D.,** Zachko O. HR decision-making support system based on the CBR method. *18th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2023)*. Lviv, Ukraine: IEEE, 2023. P. 1–4. (**Scopus,** ISSN: 2766-3655).

37. Sodoma R., Kohut M., Pavuk I., **Kobylkin D.,** Balash L. Management of digitization of infrastructure projects and programs. *Proceedings of the 5th International Workshop IT Project Management (ITPM 2024)*. Bratislava, Slovakia: CEUR Workshop Proceedings, 2024. Vol. 3709. P. 67–76. (**Scopus,** ISSN: 1613-0073).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

38. Зачко О. Б., **Кобилкін Д. С.,** Головатий Р. Р. Structural model of projects management of safety providing at objects with mass stay of people. *Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності*: Зб. наук. праць XII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів: [в 2 ч.]. Ч. 2. Львів: ЛДУ БЖД, 2017. С. 100–101.

39. **Кобилкін Д. С.,** Бурак Н. Є. Ідентифікація чинників впливу при управлінні проєктами підвищення безпеки об’єктів з масовим перебуванням людей. *PM Kyiv 2017 «Управління проєктами у розвитку суспільства»*: зб. тез доповідей XIV Міжнар. конф. Київ: КНУБА, 2017. С. 108–109.

40. Zachko O. B., **Kobylkin D. S.,** Burak N. Ye. Impact of information technologies at ensuring life safety of population and territories. *Management of the development of technologies*: Fourth international scientific-practical conference. Kyiv: KNUCA, 2017. P. 26.

41. Бурак Н. Є., **Кобилкін Д. С.** Модель гармонізації в проєктах впровадження інформаційних технологій в процес підготовки рятувальників. *Project, Program, Portfolio Management. P3M*: Тези доповідей II Міжнар. наук.-практ. конф.: [у 2т.]. Том 2. Одеса: Балан В. О., 2017. С. 20–22.

42. **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б. Управління проєктами впровадження безпеко-орієнтованих систем в регіональному вимірі України. *PM Kyiv 2018 «Управління проєктами у розвитку суспільства»*: зб. тез доповідей XV Міжнар. конф. Київ: КНУБА, 2018. С. 105–106.

43. **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б. Проєкт забезпечення безпеки життєдіяльності засобами автоматизованих систем антикризового управління. *«Реалізація спільних міжнародних проєктів та реформування відносин: наука, виробництво і ринок»*: зб. тез доповідей І Міжнар. наук.-практ. конф. Одеса, 2018. С. 39–42.

44. **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б. Концептуалізація проєктів захисту навколишнього середовища від надзвичайних ситуацій. *PM Kyiv 2019 «Управління проєктами у розвитку суспільства»*: зб. тез доповідей XVI Міжнар. наук.-практ. конф. Київ: КНУБА, 2019. С. 122–123.

45. **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б. Концептуальний підхід до безпеко-орієнтованого управління інфраструктурними проєктами. *«Управління проєктами: стан та перспективи»*: матер. XV Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв: МНУК, 2019. С. 28–29.

46. **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б. Безпеко-орієнтовані засади декомпозиції інфраструктурних проєктів. *PM Kyiv 2020 «Управління проєктами у розвитку суспільства»*: зб. тез доповідей XVII Міжнар. наук.-практ. конф. Київ: КНУБА, 2020. С. 170–174.

47. **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б. Застосування ІТ технологій в забезпеченні безпечних параметрів функціонування інфраструктурних проєктів. *«Сучасні інформаційні технології»*: зб. тез доповідей X Міжнар. наук. конф. Одеса: ОНПУ, 2020. С. 130–131.

48. **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б. Концепція формування змісту при плануванні інфраструктурних проєктів. «*Управління проєктами: стан та перспективи»*: матер. XVI Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв, 2020. С. 45–47.

49. **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б., Тимченко Д. О. Розробка моделей декомпозиції інфраструктурних проєктів при впливі змін та безпеко-орієнтованому управлінні. *IX Наукова конференція «Наукові підсумки 2020 року»*. Збірка наукових праць. Харків, Х.: Технологічний Центр, 2020. С. 50.

50. **Kobylkin D. S.** Model of formation the modification factor of changes in the content of infrastructure projects, programs and projects portfolio at the planning stage. *Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності*: Зб. наук. праць XVI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. Львів: ЛДУ БЖД, 2021. С. 223–225.

51. Zachko O. B., Kovalchuk O. I., **Kobylkin D. S.** Flexible methodologies in a safety-oriented HR organization. *PM Kyiv 2021 «*Управління проєктами у розвитку суспільства»: зб. тез доповідей XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. Київ: КНУБА, 2021. С. 68–72.

52. Зачко О. Б., **Кобилкін Д. С.,** Зачко І. Г. Інформаційні технології у менеджменті безпеки транскордонних територіальних систем. *Інформаційні технології в освіті та практиці*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної

конференції (Львів, 17 грудня 2021) / упорядник: Т. В. Магеровська. Львів : ЛьвДУВС. 2021. С. 34–35.

53. Ковальчук О. І., **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б. Діджиталізація процесів формування проєктних команд в безпеко-орієнтованих системах. *Міжнародна науково-практична конференція «Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проєктами та економіці в умовах воєнного стану», Коблево, 13-16 вересня 2022 р*. Праці Харків: ХНУРЕ, 2022. С. 74–75.

54. Івануса А. І., **Кобилкін Д. С.** Менеджмент безпеки об'єктів спортивної інфраструктури. *Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення*: Зб. наук. праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. Львів: ЛДУ БЖД, 2022. С. 485–488.

55. Ковальчук О. І., Зачко О. Б., **Кобилкін Д. С.** Проєкти автоматизації формування проєктних команд в сфері безпеки. Project, Program, Portfolio Management. *PЗМ-2022: Тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції : [у 2т.]. // Відповідальний за випуск П.О. Тесленко*. Том 1. Одеса.: ІШІР, 2022. С. 48–51

56. **Кобилкін Д. С.,** Зачко О. Б. Features of conceptual principles formation of infrastructure projects and programs implementation in the conditions of martial law and post-war period. *PM Kyiv 2022 «Управління проєктами у розвитку суспільства»*: зб. тез доповідей XIX Міжнар. конф. Київ: КНУБА, 2022. С. 5–8.

57. **Kobylkin D. S.**, Pavuk I. V. Analysis of risks when planning projects to create critical infrastructure objects. *PM Kyiv 2023 «Управління проєктами у розвитку суспільства»*. Тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей / відповідальний за випуск С. Д. Бушуєв. Київ: КНУБА, 2023. С. 37–41.

58. Павук І. В., **Кобилкін Д. С.** Особливості формування концепції управління проєктними ризиками на об'єктах критичної інфраструктури. *Інновінг сучасних трендів в менеджменті безпеки: Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції. Львів: ЛДУ БЖД*, 26 травня 2023. С. 59–60.

59. Павук І. В., **Кобилкін Д. С.** Intelligent project-oriented risk management at critical infrastructure objects. *Міжнародна науково-практична конференція «Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами»*, Коблево, 12–15 вересня 2023 р. Збірник праць. Харків: ХНУРЕ, 2023. С. 36–37.

60. Павук І. В., **Кобилкін Д. С.** Особливості формування життєвого циклу інфраструктурних проєктів в умовах ризиків. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. Львів: ЛДУБЖД, 2024. С. 376–378.

61. Павук І. В., **Кобилкін Д. С.,** Ковальчук О. І. Особливості формування проєктів захисту критичної інфраструктури в умовах воєнного стану. *PM Kyiv 2024 «Управління проєктами у розвитку суспільства»*. Тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей / відповідальний за випуск С. Д. Бушуєв. Київ: КНУБА, 2024. С. 120–124.

АНОТАЦІЯ

Кобилкін Д.С. Методологія управління безпековими проєктами в умовах війни (на прикладі об'єктів критичної інфраструктури). – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук (доктора наук) за спеціальністю 05.13.22 «Управління проєктами та програмами» (07 – Управління та адміністрування; 12 – Інформаційні технології). – Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Львів, 2025.

У дисертації виконано теоретичне узагальнення і вирішено актуальну науково-прикладну проблему розробки методології управління безпековими проєктами в умовах війни на прикладі об'єктів критичної інфраструктури. Розроблена методологія включає методи, моделі, механізми, категоріально-понятійний апарат та інформаційні технології, що дають змогу моделювати критичні параметри функціонування інфраструктурних об'єктів на стадії планування. Сформовано базу із 6-ти мультиагентних моделей логістичних проєктів, що враховують умови воєнного стану та дають змогу диверсифікувати ризики термінів реалізації та втрати продукту проєкту, а також розроблено метод комп'ютерного експерименту для відбору проєктів на основі кумулятивного показника успішності. Сформовано механізм ризикостійкості критичної інфраструктури із застосуванням імітаційного та геопросторового моделювання. Удосконалено інтелектуальну модель життєвого циклу інфраструктурного продукту, метод KPI-оцінювання персоналу та інформаційну технологію HR-менеджменту, моделі поствоєнного відновлення та реновації на базі портфелів проєктів, доповнено термінологічний апарат у сфері безпекового управління. Результати впроваджено в діяльність ДСНС України, профільних організацій та підприємств, зокрема сектору безпеки та оборони і в освітньо-науковий процес ЗВО ДСНС України.

Ключові слова: управління безпековими проєктами, об'єкти критичної інфраструктури, моделі, методи, проєкти, цифровізація, поствоєнне відновлення, HR, мультиагентне моделювання, комп'ютерний експеримент.

ABSTRACT

Kobylkin D.S. Methodology of managing safety projects in war conditions (on the example of critical infrastructure objects). – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Technical Sciences (Doctor of Science) in the specialty 05.13.22 «Project and Program Management» (07 – Management and Administration; 12 – Information Technologies). – Lviv State University of Life Safety, The State Service of Ukraine for Emergency Situations, Lviv, 2026.

Based on the research conducted, a theoretical generalization was made and an important scientific and applied problem of developing a methodology for managing safety projects in wartime (using the example of critical infrastructure facilities) was solved.

The scientific novelty lies in the development of a methodology, models, methods and tools for managing safety projects, based on a combination of the

principles of flexible project management, hybrid threat assessment, selection and formation of safety project teams, and consideration of the impact of military threats on critical infrastructure facilities.

A new methodology for safety management in infrastructure and logistics projects has been developed, which, unlike existing ones, includes methods, models, mechanisms, categorical and conceptual apparatus, and information technologies that take into account safety management processes, which makes it possible to model critical parameters of the functioning of critical infrastructure facilities at the planning stage.

A database of 6 intelligent multi-agent models of a logistics projects has been formed, which, unlike existing ones, takes into account martial law conditions: emergency situations, crises, dangers, accidents and catastrophes, which makes it possible to diversify the risks of project implementation deadlines and loss of the product.

A risk tolerance mechanism for critical infrastructure facilities has been formed, which is based on the convergence of proactive and reactive project management methods using simulation and geospatial modeling of territorial systems of 5 regions with an area of over 12,000 km^2 (including 2,080 settlements and over 1,450 critical infrastructure facilities), which ensures minimizing the response time to threats and increasing the efficiency of the risk management system.

An improved intellectual model of the product life cycle of an infrastructure project, which combines system dynamics and discrete-event modeling tools, allows you to form a set of alternatives for product development in conditions of danger (military threat, emergency, crisis).

A method of KPI-assessment of team members of safety -oriented structures has been developed, which is supplemented by a system of indices by group of safety competencies within the passable range [0,55; 1], which makes it possible to implement operational recruitment in units in conditions of crises and emergency situations.

Improved HR management information technology in safety-oriented systems, supplemented by components to ensure the system's adaptability to functioning in wartime conditions, which allows for the digitalization of key operational processes.

The scientific foundations of post-war restoration and renovation of regional critical and residential infrastructure systems have been further developed, integrating benchmarking of best practices of global experience and HR analytics, which allows for the formation of effective project portfolios and programs in conditions of limited budgetary and time resources.

The conceptual and categorical apparatus has been supplemented in the part of a separate cluster of safety projects “safety project management methodology”, “military-adaptive management concept”, “safety management paradigm”, “safety project mono-template”, “safety project”, “project management in wartime”, “adaptability of safety project management”, “risk management in safety projects”, “critical infrastructure protection projects”, “critical function of an infrastructure object”, “infrastructure vulnerability”, “engineering stability”, “system repairability”, “turbulence of the safety project environment”, “cognitive threat map”, “scenario risk

management", "safety project stability", "iterative management", "mental model of safety project management", "infrastructure project", "infrastructure project change management", which ensures the unity of terminology, increases scientific validity of management decisions and creates a basis for modeling critical infrastructure protection processes in conditions of military threats, which ensures the unity of terminology, increases the scientific validity of management decisions and creates a basis for modeling critical infrastructure protection processes in conditions of military threats.

The results of the study on the management of safety projects in wartime (using the example of critical infrastructure facilities) have been implemented in the practice of the State Emergency Service of Ukraine, the Confederation of Builders of Ukraine, the Federation of Employers of Ukraine, the State Enterprise "Southern State Design and Research Institute of the Aviation Industry", the Council of Young Scientists under the Ministry of Education and Science of Ukraine and in the educational and scientific process of the Lviv State University of Life Safety and the Institute of Scientific Research on Civil Protection, which is confirmed by the acts of implementation.

Keywords: safety project management, critical infrastructure facilities, models, methods, projects, digitalization, post-war reconstruction, HR, multi-agent modeling, computer experiment.